



TITLE:

牛における射精反射機構の神経解剖学的研究(Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

泉, 徳和

CITATION:

泉, 徳和. 牛における射精反射機構の神経解剖学的研究. 京都大学, 1980, 農学博士

ISSUE DATE:

1980-05-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r4196>

RIGHT:

牛における射精反射機構の
神経解剖学的研究

泉 徳 和

1980

新 制
農
3 01 函

牛における射精反射機構

の神経解剖学的研究

1980

泉 徳和

目 次

第 1 章 緒論 1

第 2 章 大脳皮質に關係する刺激が射精

反射機構に及ぼす影響に關する

研究 4

第 1 節 緒言

第 2 節 聴覚刺激が種雄牛の性行動な

らびに精液性状に及ぼす影響 4

第 3 節 嗅覚刺激が種雄牛の性行動に

及ぼす影響 21

第 4 節 視覚刺激が種雄牛の性行動な

らびに精液性状に及ぼす影響 30

第 5 節 摘要 41

第 3 章 射精反射をもたらす知覚神経終

末装置の所在に關する研究 44

第 1 節 緒言 44

第 2 節 種雄牛のマスターベーション

	に 関 する 研 究	45
第 3 節	局 所 表 面 麻 酔 が 射 精 反 射 に 及 ぼす 影 響	54
第 4 節	摘 要	62
第 4 章	牛 陰 茎 の 末 梢 神 経 の た め の 鍍 銀 染 色 法 の 考 案	64
第 1 節	緒 言	64
第 2 節	材 料 お よ び 方 法	66
第 3 節	結 果 と 考 察	70
第 4 節	摘 要	73
第 5 章	成 牛 陰 茎 に お け る 知 覚 神 経 終 末 に 関 する 研 究	74
第 1 節	緒 言	74
第 2 節	成 牛 陰 茎 の 肉 眼 解 剖 学 的 観 察	75
第 3 節	成 牛 陰 茎 の 知 覚 神 経 終 末 に 関 する 研 究	86
第 4 節	摘 要	100

第 6 章	子牛陰莖における知覚神経終末	
	に関する研究	103
第 1 節	緒言	103
第 2 節	子牛陰莖の肉眼解剖学的観察	103
第 3 節	子牛陰莖の知覚神経終末に関	
	する研究	112
第 4 節	摘要	122
第 7 章	総括	124
	謝辞	133
	引用文献	134
	英文要旨	141

第 1 章 緒 論

Hafez (1960)¹⁾ は牛の性欲や射精反射に影響する要因として遺伝、年令、射精の頻度、栄養水準や環境を挙げているが、遺伝に関しては Bane (1954)²⁾ 等^{3,4)} が、年令は Hultnäs (1959)⁵⁾ 等^{6~11)} が、射精の頻度は Almquist ら (1954)¹²⁾ 等^{13~23)} が、栄養水準は Branton ら (1947)²⁴⁾ 等^{25~37)} が、環境に関しては Anderson (1945)³⁸⁾ 等^{3,6,20,39~41)} が、それぞれかなり詳細に研究している。

ところで性欲とか射精反射は観点を變えろと大腦皮質からの刺激か、あるいは陰莖などの局所からの求心性刺激が出发点となっている。しかし、雄牛の聴覚や視覚など大腦皮質に關係する刺激が勃起や射精に及ぼす影響についての系統だった研究はみられない。さらに牛の射精反射機構は他の動物種と違ってかなり特異的である。例えば Seidel ら (1967)⁴²⁾ 等^{43,44)} は陰莖が人工腔に最初に接触してから精液が射出されるまでに約 1 秒しかかゝらない事を報告している。また、射精反射をもたらす知

覚神経終末装置の存在部位は Bonadonna(1956)⁶¹⁾等
 1) によると「多くの研究者により陰茎の基部
 にあると主張されている」と記されているが、
 柘田(1970)⁴⁵⁾は先端にあると述べている。この
 ように陰茎の基部とか、先端といった解剖学
 的に不正確な表現で、しかもその存在部位の
 確証も得られていない。さらに Bonadonna(1957)
 46) 等^{47,48)}によると人工腔の温度が $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ の時
 に射精反射が見られるという。さてこのよう
 な牛の射精反射機の特異性は陰茎の解剖学、
 特に神経解剖学と無縁ではない。牛陰茎の解
 剖学に関しては Preus(1954)⁴⁹⁾等^{50~62)}によつてほと
 んど解明されているが、神経解剖学的な研究
 はその手段である鍍銀染色法の困難さのため
 に未だ信頼のおける報告はみられない。

Wilcoxら(1967)⁶³⁾等^{64~66)}は精液の採取不能のため
 に廃用処分される種雄牛が約10%も存在する
 ことを報告している。我が国においてもほぼ
 同様な状況がみられる。そこで著者はこの事
 態をできるだけ改善し、さらに牛の精液採取

業務を効率的に運営するためには牛の射精反射機構を神経解剖学的に解明する必要があると考へて本研究に着手した。著者は先ず、射精反射機構と聴覚や視覚など大脳皮質に關係する感覺刺激との關連性について検討した。ついで、末梢の神経解剖学として牛陰莖の知覺神経を染色するための鍍銀染色法の確立を行ひ、それにより射精反射をもたらす知覺神経の終末装置の発達分布状況を觀察し、大要つぎのごとき所期の成績がえられた。

第 2 章 大脳皮質に關係する刺激が

射精反射機構に及ぼす影響

に關する研究

第 1 節 緒言

勃起や射精の反射中枢は脊髓の腰仙部にあり、^{67~69)} 射精時に直接關与するのは陰茎に加えられる末梢的な刺激である。しかし、射精反射の成立にはやはり高次の中樞神経系の關与が大きく、脊髓より高位の中樞である大脳皮質からの促進的あるいは抑制的制御を受けていると考えられている。^{70~73)} しかし現在まで聴覚、視覚など大脳皮質と關係の深い刺激が射精反射に及ぼす影響についての組織だっ た報告はみられない。本章ではこれらの大脳皮質と關係の深いそれぞれの刺激が射精反射をはじめとする性行動に及ぼす影響を究明することを目的として行われた。

第 2 節 聴覚刺激が種雄牛の性行動

ならびに精液性状に及ぼす

影響

種雄牛は精液採取時に多かれ少なかれ耳からの種々の刺激を受けている。例えば Hafez (1960)¹⁾ は種雄牛の性行動に抑制的に働く因子として、怒鳴り声やジェット機の騒音をあげている。また De Vuyst ら (1964)⁷⁴⁾ は雌牛の鳴き声をテープレコーダーにとり、それを東駕欲のない雄牛に聞かせて効果のあることを報告している。

一方著者はかつて、怒鳴り声等のいわゆる騒音が必ずしも種雄牛の性的反応を抑制するとは限らないこと、すなわち、騒音による影響をほとんど示さない個体や、むしろヒトの怒鳴り声により性的反応が促進される個体のあることを経験した。そこで、本節では各種の聴覚刺激が種雄牛の射精反射をはじめとする性行動やその際の精液性状にどのような影響を及ぼすかを調べた。

I. 実験材料および方法

京都府農業指導所畜産試験部に繋養されていたホルスタイン種種雄牛から日常業務ある

いは若干の試験設定で得られた記録をもとに各種聴覚刺激の影響を分析検討した。なおその際に性行動に関するものとして第1回乗駕までの性的反応時間、第1回射精までの性的反応時間、第1回射精までの乗駕回数を調査した。ついで精液性状に関する項目としては精液量(ml)、1 ml当りの精子数、総射出精子数および総最活発前進精子数を調査した。総最活発前進精子数は(総射出精子数×最も活発な前進運動をしている精子の率× $\frac{1}{100}$)で計算された。

1. 雌牛の鳴き声が種雄牛の性行動ならびに精液性状に及ぼす影響

試験区には朝の給餌を抜き、空腹を訴えて鳴いている状況の雌牛を1頭、種雄牛から見えないうように板塀ごしに採取場の擬雌台から3 m離してつなぎ、その鳴き声を種雄牛に聞かせながら擬雌台に乗せ、人工腔で精液を採取した。一方、対照区として、何ら聴覚刺激を与えずに擬雌台に乗せた区を設けた。

供試種雄牛は2才、4才、6才、8才令の4頭を用い、各々の個体は4~7ヶ月の間に試験区5例、対照区5例について調査した。なおこれら4頭の延調査期間は1973年12月から1975年6月までの18ヶ月間である。

2、トラックタの騒音が種雄牛の性行動ならびに精液性状に及ぼす影響。

騒音発生源には垂直型マフラー付のフィアット45馬力乗用トラックタを用いた。エンジンの回転数は1600~1900 rpm. 採取場から10m離れたところで、後部を採取場に向け、静置暖機運転し、その騒音を種雄牛に聞かせながら擬雌台に束せ、精液を採取した区を試験区とした。一方、何ら聴覚刺激を与えずに擬雌台に束せた区を対照区とした。

供試種雄牛は2才、3才、4才、8才令の4頭を用い、それぞれの個体は5~8ヶ月の間に試験区6~15例、対照区5~15例について調査した。なおこれら4頭の延調査期間は1976年10月から1977年6月までの8ヶ月間である。

3. ヒトの怒声が種雄牛の性行動ならびに
精液性状に及ぼす影響

集駕欲の弱い種雄牛に対して、集駕の気配
がかすかに感じられた時点、すなわち副生殖
腺液が尿道外口より漏出した時点、陰茎先端
が包皮から突出しはじめた時点に、そのタイ
ミングに合わせて成人男子が怒声を上げ、こ
れを試験区とした。対照区には聴覚刺激が加
えられなかった。

供試種雄牛は集駕欲の弱い、あるいは集駕
しても精液採取の困難な2才、6才、7才令
の3頭を用いた。それぞれの個体は4~24ヶ月
間に試験区6~11例、対照区16~34例について調
査した。なおこれらの延調査期間は1969
年5月から1971年7月までの26ヶ月間である。

II. 結果と考察

1. 雌牛の鳴き声が種雄牛の性行動ならび
に精液性状に及ぼす影響

第1回集駕までの性的反応時間はTable 1に
示したとおりである。4頭のうちで雌牛の鳴

Table 1. Effect of specific calls of cow on average reaction time for the first mount.

Bull name	Age (Months)	Time required for 1st mount (sec.)	
		Control	Specific calls of cow
Sil.	28	201 ± 26.2 (5)	82 ± 60.1 (5)**
O.	52	216 ± 57.5 (5)	162 ± 30.6 (5)**
Ri.	76	230 ± 32.1 (5)	190 ± 17.9 (5)**
Ma.	97	528 ± 246.4 (5)	144 ± 20.6 (5)**
Total	28-97	294 ± 186.6 (20)	145 ± 53.8 (20)**
Index		100 ± 30.3	57 ± 28.7

Figures in brackets show the number of trials. **P<0.01

Table 2. Effect of specific calls of cow on average reaction time for the first ejaculation.

Bull name	Age (Months)	Time required for 1st ejaculation (sec.)	
		Control	Specific calls of cow
Sil.	28	366 ± 76.8 (5)	150 ± 65.7 (5)**
O.	52	292 ± 53.1 (5)	212 ± 31.9 (5)**
Ri.	76	330 ± 36.3 (5)	276 ± 56.1 (5)**
Ma.	97	964 ± 257.5 (5)	256 ± 35.0 (5)**
Total	28-97	488 ± 308.7 (20)	224 ± 69.0 (20)**
Index		100 ± 21.0	56 ± 27.0

Figures in brackets show the number of trials. **P<0.01

Table 3. Effect of specific calls of cow on average frequency of mounts before the first ejaculation.

Bull name	Frequency of mount	
	Control	Specific calls of cow
Sil.	3.4 ± 0.49 (5)	3.0 ± 0.89 (5)
O.	2.8 ± 0.40 (5)	2.6 ± 0.49 (5)
Ri.	3.2 ± 1.17 (5)	3.2 ± 0.78 (5)
Ma.	5.0 ± 1.79 (5)	3.8 ± 0.75 (5)
Total	3.6 ± 1.39 (20)	3.2 ± 0.91 (20)

Figures in brackets show the number of trials.

き声による最も高い効果を示したのは97ヶ月令のMa.号であり、反応時間は528秒から144秒になった。すなわち、対照区を100とすれば、雌牛の鳴き声を聞かせた区は27に短縮した。一オ、一番効果の低かったのは76ヶ月令のRi.号で反応時間は230秒から190秒になり対照区100に対して82に短縮した。しかし、いずれの種雄牛に関しても雌牛の鳴き声は第1回集駕までの性的反応時間を短縮するのに効果があった。

第1回射精までの性的反応時間に及ぼす影響についてはTable 2に示したとおりである。4頭のうちで雌牛の鳴き声に対し最も効果を示したのは第1回集駕までの反応時間の短縮に著力を示したMa.号であった。また最も影響の少なかったのは第1回集駕までの反応時間の場合と同様にRi.号であった。このように第1回集駕の際に示された雌牛の鳴き声に対する反応の強弱が第1回射精までの反応時間と関連性のあることがわかった。また第1回集

駕までと同様に雌牛の鳴き声はどの種雄牛に
対しても第1回射精までの反応時間を短縮す
る傾向がみられた。

Signoretら(1960)⁷⁵⁾は雄豚の鳴き声を発情雌豚
に聞かせた時にそれらが引き金となって発情
雌豚の静止反射がひきおこされることを報告
している。このことはDe Vuystら(1964)⁷⁴⁾の報告
や本実験のように雌牛の鳴き声を雄牛に聞か
せて雄牛の性的反応を観察したのと雌雄の立
場は逆であるが、家畜においても、異性の鳴
き声が性的反応を促進させるという点では一
致する。

第1回射精までの乗駕回数はTable 3のとおり
であり、試験区と対照区の平均値だけを比
較すれば乗駕回数の減少がみられるが、統計
的に有意差は認められなかった。また精液量
や1 ml中精子数については、それぞれTable 4、
Table 5に示すごとく対照区と試験区で有意差
は認められなかった。

一方、総射出精子数はTable 6に示すように、

Table 4. Effect of specific calls of cow on semen volume.

Bull name	Semen volume (ml of 1st ejaculate)	
	Control	Specific calls of cow
Sil.	7.0 ± 0.89 (5)	8.5 ± 0.63 (5)
O.	7.5 ± 1.55 (5)	8.2 ± 0.98 (5)
Ri.	8.5 ± 2.28 (5)	7.6 ± 1.36 (5)
Ma.	9.7 ± 1.20 (5)	9.3 ± 1.23 (5)
Total	8.2 ± 1.89 (20)	8.4 ± 1.25 (20)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 5. Effect of specific calls of cow on sperm concentration.

Bull name	Sperm concentration (X 10 ⁸ / ml)	
	Control	Specific calls of cow
Sil.	8.92 ± 1.332 (5)	10.25 ± 0.656 (5)
O.	9.51 ± 0.665 (5)	9.51 ± 0.231 (5)
Ri.	13.11 ± 1.280 (5)	13.16 ± 2.306 (5)
Ma.	9.56 ± 0.834 (5)	9.59 ± 1.283 (5)
Total	10.28 ± 1.970 (20)	10.63 ± 2.021 (20)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 6. Effect of specific calls of cow on total number of spermatozoa.

Bull name	Total no. of spermatozoa (X 10 ⁸)	
	Control	Specific calls of cow
Sil.	63.07 ± 15.346 (5)	86.88 ± 5.464 (5)**
O.	71.79 ± 17.869 (5)	78.16 ± 10.962 (5)
Ri.	110.32 ± 26.871 (5)	97.69 ± 12.411 (5)*
Ma.	92.87 ± 11.662 (5)	90.17 ± 21.846 (5)
Total	84.51 ± 26.317 (20)	88.23 ± 15.635 (20)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 7. Effect of specific calls of cow on total number of spermatozoa with the most active progressive motility.

Bull name	No. of spermatozoa (X 10 ⁸)	
	Control	Specific calls of cow
Sil.	50.49 ± 12.253 (5)	64.66 ± 14.361 (5)**
O.	52.48 ± 12.054 (5)	60.57 ± 5.482 (5)*
Ri.	51.21 ± 21.117 (5)	81.10 ± 10.626 (5)
Ma.	76.30 ± 10.859 (5)	71.83 ± 17.888 (5)
Total	67.62 ± 22.438 (20)	69.54 ± 15.102 (20)

Figures in brackets show the number of trials. *P < 0.05,

**P < 0.01

Sil.号においては有意な増加を示し ($P < 0.01$)、
 Ri.号においては有意な減 ($P < 0.05$) を示した。
 しかし全体としては雌牛の鳴き声による有意
 な影響は認められなかった。最後に、総最活
 発前進精子数に及ぼす雌牛の鳴き声の影響は
 Table 7 に示すとおりで、Sil.号とO.号で有意な
 精子数の増加を示した。しかし、全体として
 は試験区と対照区の間には有意な差は認められ
 なかった。

以上の結果から、雌牛の鳴き声は第1回乗
 駕までの性的反応時間や第1回射精までの性
 的反応時間の短縮をもたらすことがわかった
 ($P < 0.01$)。しかし、雌牛の鳴き声は精液量
 はじめ精液の一般性状には統計学的に有意な
 特定の影響を及ぼさないようである。

2、トラックタの騒音が種雄牛の性行動な
 らびに精液性状に及ぼす影響。

第1回乗駕までの性的反応時間はTable 8 の
 とおりである。4頭のうちトラックタの騒音
 による性的反応時間が最も遅延したのは41ヶ

Table 8. Effect of noises from tractor on average reaction time for the first mount.

Bull name	Age (Months)	Reaction time (sec.)	
		Control	Noises from tractor
Cr.	33	73 ± 46.4 (15)	78 ± 28.3 (15)
V.	41	305 ± 104.2 (6)	990 ± 241.5 (5)**
Sil.	50	345 ± 84.6 (10)	480 ± 156.8 (10)*
Ri.	98	368 ± 65.1 (7)	387 ± 95.6 (7)
Total	33-98	228 ± 154.2 (38)	368 ± 329.8 (37)*
Index		100 ± 43.1	143 ± 85.4

Figures in brackets show the number of trials. *P<0.05, **P<0.01

Table 9. Effect of noises from tractor on average reaction time for the first ejaculation.

Bull name	Reaction time (sec.)	
	Control	Noises from tractor
Cr.	236 ± 89.2 (15)	243 ± 62.4 (15)
V.	407 ± 147.6 (6)	1236 ± 290.5 (5)**
Sil.	466 ± 110.8 (10)	589 ± 182.8 (10)
Ri.	483 ± 108.2 (7)	581 ± 71.8 (7)
Total	369 ± 155.4 (38)	535 ± 357.1 (37)*
Index	100 ± 31.0	140 ± 75.3

Figures in brackets show the number of trials. *P<0.05, **P<0.01

Table 10. Effect of noises from tractor on frequency of mounts before the first ejaculation.

Bull name	No. of mounts	
	Control	Noises from tractor
Cr.	3.3 ± 0.90 (15)	3.2 ± 0.68 (15)
V.	3.0 ± 0.58 (6)	3.6 ± 0.49 (5)
Sil.	3.2 ± 0.63 (10)	3.3 ± 0.48 (10)
Ri.	3.7 ± 0.70 (7)	4.4 ± 0.50 (7)
Total	3.3 ± 0.77 (38)	3.5 ± 0.53 (37)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 11. Effect of noises from tractor on semen volume.

Bull name	Semen volume (ml of 1st ejaculate)	
	Control	Noises from tractor
Cr.	6.5 ± 1.81 (15)	7.2 ± 1.29 (15)
V.	7.0 ± 1.48 (6)	6.6 ± 1.02 (5)
Sil.	7.8 ± 1.40 (10)	8.8 ± 2.32 (10)
Ri.	8.7 ± 1.45 (7)	7.3 ± 1.62 (7)
Total	7.3 ± 1.77 (38)	7.6 ± 1.81 (37)

Figures in brackets show the number of trials.

月令のV.号で、305秒から990秒へと、すなわち、指数で示すと100から325へと3倍に反応時間が延長した。ついで変化の大きかったのはSil.号で345秒から480秒へと遅延した。しかし33ヶ月令のCr.号と98ヶ月令のRi.号では第1回集駕までの反応時間の平均値はやゝ遅延を示したが統計的に有意差はみられなかった。このようにどの種雄牛においてもトラックタの騒音は第1回集駕までの性的反応時間を遅延させる事はあっても短縮させる事はなかった。

第1回射精までの性的反応時間にトラックタの騒音がどのように影響するかはTable 9に示した。その際、最も強く影響を受け、遅延したのは第1回集駕までの場合と同じくV.号においてである。すなわち、V.号では対照区で407秒であったのが試験区で1,236秒になり、指数で示すと100から304に反応時間が延びた。しかし他の3頭ではトラックタの騒音が第1回射精までの性的反応時間に有意な影響を及ぼさなかった。全般にいずれの種雄牛におい

てもトラックタの騒音は第1回乗駕までの性的反応時間と同様に第1回射精までの性的反応時間を遅延させることがあっても短縮させることはなかった。

第1回射精までの乗駕回数に及ぼすトラックタの騒音の影響については Table 10 に示しておりである。トラックタの騒音によって乗駕回数の平均値はやゝ増加したが統計学的に有意ではなかった。

精液量や精液性状に及ぼすトラックタの騒音の影響については Table 11、Table 12、Table 13、Table 14 に示した。その結果いずれの検査項目についてもトラックタの騒音は統計学的に有意な影響を及ぼさなかった。

遠藤ら(1972)⁷⁶⁾によると同型トラックタの本実験と同じ条件での騒音は約 85 phon を示すとのことであった。なおこの 85 phon という数値はそれ以下ならばヒトの聴力障害が起らない、すなわち聴力保護という観点からの基準として知られている数値である。⁷⁷⁾

Table 12. Effect of noises from tractor on sperm concentration.

Bull name	Sperm concentration ($\times 10^8$ / ml)	
	Control	Noises from tractor
Cr.	12.68 \pm 2.505 (15)	11.70 \pm 1.738 (15)
V.	13.28 \pm 2.546 (6)	11.81 \pm 0.559 (5)
Sil.	10.59 \pm 1.941 (10)	10.59 \pm 1.939 (10)
Ri.	13.46 \pm 1.940 (7)	13.40 \pm 2.913 (7)
Total	12.37 \pm 2.511 (38)	11.73 \pm 2.171 (37)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 13. Effect of noises from tractor on total number of spermatozoa.

Bull name	Total no. of spermatozoa ($\times 10^8$)	
	Control	Noises from tractor
Cr.	82.34 \pm 26.560 (15)	85.30 \pm 21.996 (15)
V.	91.57 \pm 22.033 (6)	77.90 \pm 12.375 (5)
Sil.	80.38 \pm 11.478 (10)	94.48 \pm 34.522 (10)
Ri.	117.71 \pm 32.370 (7)	98.12 \pm 33.348 (7)
Total	89.80 \pm 27.755 (38)	89.21 \pm 27.764 (37)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 14. Effect of noises from tractor on total number of spermatozoa with the most active progressive motility.

Bull name	No. of spermatozoa ($\times 10^8$)	
	Control	Noises from tractor
Cr.	68.94 \pm 21.646 (15)	71.46 \pm 18.841 (15)
V.	76.43 \pm 17.709 (6)	64.67 \pm 10.210 (5)
Sil.	67.48 \pm 9.585 (10)	79.44 \pm 29.564 (10)
Ri.	99.14 \pm 31.374 (7)	81.59 \pm 29.609 (7)
Total	75.30 \pm 24.030 (38)	74.62 \pm 23.986 (37)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 15. Effect of shouting on average reaction time for the first mount.

Bull name	Age (Months)	Time required for 1st mount (Sec.)	
		Control	Shouting
Ge.	20	698 \pm 226.4 (19)	530 \pm 164.0 (6)
J.	77	102 \pm 100.2 (34)	630 \pm 270.0 (2)**
Go.	88	863 \pm 304.4 (16)	761 \pm 168.9 (11)

Figures in brackets show the number of trials. **P<0.01

以上のことからトラックタの騒音(約 85 phon)
)は個体により差はあるが第1回乗駕までの
 性的反応時間や第1回射精までの第1回射精
 までの性的反応時間に対し抑制的に働くこと
 がわかった($P < 0.05$)。しかし精液量や精液性
 状に対しては有意な影響を及ぼさなかった。

3. ヒトの怒声が種雄牛の性行動ならびに

精液性状に及ぼす影響

第1回乗駕までの性的反応時間にヒトの怒
 声がどのように影響するかは Table 15 に示すと
 おりである。J.号においては反応時間が6倍
 になり、しかも怒声によりJ.号は Table 16 に示
 すように7例中5例において乗駕を拒否して
 牛舎に逃げ帰った。またJ.号はヒトの怒声に
 より脅えた様相を呈した。一方、Ge.号やGo.号
 は怒声により第1回乗駕までの性的反応時間
 の平均値を短縮したが、対照区との間には統
 計学的に有意な差は認められなかった。

第1回射精までの性的反応時間にヒトの怒
 声がどのように影響するかを Table 17 に示した。

Table 16. Effect of shouting on the first successful mount.

Bull name	Control			Shouting		
	No. of trials	Success	Refusal	No. of trials	Success	Refusal
Ge.	19	19	0	6	6	0
J.	34	34	0	7	2	5
Go.	12	12	0	11	11	0

Table 17. Effect of shouting on average reaction time for the first ejaculation.

Bull name	Time required for 1st ejaculation (Sec.)	
	Control	Shouting
Ge.	1241 ± 572.0 (19)	640 ± 175.5 (6)*
J.	526 ± 221.7 (34)	1680 ± 240.0 (2)**
Go.	2275 ± 291.0 (12)	1222 ± 284.1 (11)**

Figures in brackets show the number of trials. *P<0.05, **P<0.01

Table 18. Effect of shouting on the first successful ejaculation.

Bull name	Control			Shouting		
	No. of trials	Success	Refusal	No. of trials	Success	Refusal
Ge.	19	19	0	6	6	0
J.	34	34	0	7	2	5
Go.	16	12	4	11	11	0

Table 19. Effect of shouting on frequency of mounts before the first ejaculation.

Bull name	No. of mounts	
	Control	Shouting
Ge.	4.2 ± 1.10 (19)	3.5 ± 0.50 (6)
J.	4.2 ± 2.49 (34)	5.5 ± 0.50 (2)
Go.	5.7 ± 2.13 (12)	4.3 ± 0.62 (11)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 20. Effect of shouting on semen volume.

Bull name	Semen volume (ml)	
	Control	Shouting
Ge.	4.3 ± 0.92 (19)	4.7 ± 0.63 (6)
J.	5.3 ± 1.47 (34)	3.4 ± 0.10 (2)
Go.	6.4 ± 2.23 (12)	7.8 ± 1.74 (11)

Figures in brackets show the number of trials.

その結果、ヒトの怒声によって J. 号においては 526 秒から 1,680 秒へと反応時間が 3 倍になった。一方、Ge. 号と Go. 号においては逆に第 1 回射精までの性的反応時間は対照区に比べ約半分短縮された。つぎに怒声による第 1 回射精の決行状況は Table 18 に示した。その結果 Ge. 号では全例において射精を観察したが、J. 号と Go. 号では若干の拒否例が見られた。しかし J. 号の射精反射の拒否例は Table 16 に示したように、射精前の乗駕拒否に原因がある。ところで Go. 号では対照区の 16 例中、4 例において 50 分、すなわち 3,000 秒経過しても射精を伴った乗駕が見られず、これを Table 18 では乗駕拒否とした。ところが同じ Go. 号における試験区では 11 例全例において射精反射が観察された。一般に射精反射の成立には高位中枢である大脳皮質からの促進的、あるいは抑制的支配が関与している^{70~73)}と考えられているが、Go. 号の試験区においてはヒトの怒声が高位中枢の射精反射に対する抑制作用を解除した結果、

射精反射がもたらされたと考えられる。このようにヒトの怒声はGe.号やGo.号のように性的反応に対して促進的に働く場合と、J.号のように抑制的に働く場合のあることが推察された。

第1回射精までの果駕回数 は Table 19 に示すとおり試験区、対照区の間には有意差はみられなかった。また精液量や精液性状に関しても Table 20 から Table 23 に示したように試験区、対照区の間には有意差は認められなかった。

以上のことからヒトの怒声は性的反応に対し抑制的に働く場合と促進的に働く場合の相反する2つの場合のあることが推察された。抑制的に働く場合では果駕あるいは射精までの反応時間が遅延し ($P<0.01$)、場合によっては果駕拒否し、ヒトの怒声により脅えて牛舎に逃げ帰る場合もみられた。

第3節 嗅覚刺激が種雄牛の性行動

に及ぼす影響

発情雌犬の肛門腺からの分泌物が雄犬をひ

Table 21. Effect of shouting on sperm concentration.

Bull name	Sperm concentration ($\times 10^8$ / ml)	
	Control	Shouting
Ge.	20.68 \pm 2.715 (19)	21.87 \pm 1.854 (6)
J.	11.66 \pm 2.026 (34)	12.00 \pm 1.200 (2)
Go.	18.50 \pm 2.714 (12)	18.19 \pm 1.992 (11)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 22. Effect of shouting on total number of spermatozoa ejaculated.

Bull name	No. of spermatozoa ($\times 10^8$)	
	Control	Shouting
Ge.	89.39 \pm 24.566 (19)	102.71 \pm 16.268 (6)
J.	61.17 \pm 19.873 (34)	40.92 \pm 5.280 (2)
Go.	118.86 \pm 42.800 (12)	141.37 \pm 31.649 (11)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 23. Effect of shouting on total number spermatozoa with the most active progressive motility.

Bull name	No. of spermatozoa ($\times 10^8$)	
	Control	Shouting
Ge.	77.84 \pm 22.134 (19)	88.01 \pm 13.371 (6)
J.	50.37 \pm 17.129 (34)	34.78 \pm 4.490 (2)
Go.	97.46 \pm 34.573 (12)	115.18 \pm 26.601 (11)

Figures in brackets show the number of trials.

Table 24. Effect of vaginal mucus from estrous cow on average reaction time for the first mount.

Bull name	Age (Months)	Time required for 1st mount (Sec.)	
		Control	Mucus
Ma.	105	509 \pm 101.2 (12)	552 \pm 49.1 (6)
L.	82	305 \pm 37.3 (7)	368 \pm 54.9 (5)
Ge.	62	640 \pm 177.1 (10)	612 \pm 77.3 (5)
Sil.	36	199 \pm 57.4 (15)	57 \pm 14.0 (5)**
Huku.	56	30 \pm 16.0 (10)	21 \pm 11.7 (6)
Taki.	45	39 \pm 14.3 (7)	102 \pm 30.2 (6)**
Matu.	44	114 \pm 40.0 (11)	50 \pm 15.8 (4)*
Total	105-44	272 \pm 232.1 (72)	255 \pm 240.0 (37)

Figures in parenthesis show the number of trials. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

きつけることや、雄豚の唾液腺から発散される一種のフェロモンが雌豚の発情検出に有効であることはすでに知られている。⁷⁸⁾ 牛では Hart ら (1946)⁷⁹⁾ が発情粘液や発情雌牛の尿を非発情雌牛の外陰部に塗布して性的減退に陥った種雄牛を策駕や射精に導いたことを報告しているが、人工授精所に繋養されている種雄牛に発情粘液の塗布を応用して業務を円滑化している例はほとんど聞かれない。そこで本節では発情雌牛の腔粘液をはじめとする嗅覚刺激が種雄牛の性行動に及ぼす影響について検討した。

I. 実験材料および方法

1. 発情雌牛の子宮頸管粘液ならびに尿の臭気が種雄牛の行動に及ぼす影響

京都府農業指導所畜産試験部に繋養されていた3才令から8才令のホルスタイン種種雄牛8頭と、2才令から7才令の黒毛和種種雄牛7頭が供試された。

試験区は子宮頸管粘液を嗅がせた区と発情

雌牛の尿を嗅がせた区の2区を設けた。方法は鉗子にはさんだ綿に発情雌牛の子宮頸管粘液あるいは尿を浸して、約1分間雄牛の鼻孔から5cm以内に近づけて嗅がせ、その際の雄牛の反応を観察した。なお発情雌牛からの子宮頸管粘液は腔鏡を挿入し、これに伝って流出する粘液をビーカーに集め1時間以内に使用した。一方対照区は鉗子にはさんだ綿に蒸留水を浸し同じ要領で鼻孔に近づけ反応を観察した。試験場所は牛舎内で行い、期間は1974年3月から5月にかけて行った。

2、発情雌牛の子宮頸管粘液の臭気が種雄牛の性行動に及ぼす影響

供試牛は京都府農業指導所畜産試験部に繋養されていた3才令から8才令のホルスタイン種種雄牛4頭と3才令から5才令の黒毛和種種雄牛3頭を用いた。

試験区では精液採取の前に擬雌台の外陰部から尾根部に相当する位置の牛皮に発情粘液8~24mlを塗布して、種雄牛の性行動に及ぼす

影響を調べた。発情粘液は採取後2時間以内に使用された。対照区は別の精液採取日に発情粘液が十分に拭かれた擬雌台を用い、その際の行動を観察した。調査は種雄牛の第1回集駕までの性的反応時間、第1回射精までの性的反応時間および一般行動に関し行い、期間は1974年11月から1975年6月にかけて行った。

II、結果および考察

1、発情雌牛の子宮頸管粘液ならびに尿の

臭気が種雄牛の行動に及ぼす影響

発情雌牛の頸管粘液を嗅がせたところ、ホルスタイン種雄牛では8頭中3頭で、黒毛種雄牛では7頭中5頭でフレーメン(Flehmen)が観察された。Hafez(1977)⁸⁰⁾はこのフレーメンを特徴的な求愛動作であると述べている。フレーメンに際し種雄牛は首をやゝ上に伸ばし、上唇を巻き上げて上顎の歯肉を露出し、笑いの表情を示した。その際同時に、鼻孔を拡張しながらウーッ、ウーッという鳴き声を発し

た。またフレーメンを示した種雄牛のうちホルスタイン種で2頭、黒毛和種で4頭の種雄牛が牛舎内で発情粘液を塗布した綿を追跡し、同時に包皮から副生殖腺液を漏出させた。同じ種雄牛に対し発情雌牛の頸管粘液を日を変えて3度繰り返し嗅がせたが、各種雄牛とも同じ行動パターンを示した。

発情雌牛の尿を嗅がせた場合にフレーメンを示した種雄牛は子宮頸管粘液を嗅がせた時にやはりフレーメンを呈していた。しかし発情雌牛の尿に対する反応は発情粘液に対するよりも淡白であった。包皮からの副生殖腺液の漏出はホルスタイン種で2頭と黒毛和種で1頭観察されたが、漏出量は発情粘液を嗅がせた場合より少なかった。1ヶ月後に再度発情雌牛の尿を同じ種雄牛に嗅がせたところ、反応を示さなかった種雄牛はそのまま反応を示さず、全頭前回と同じパターンを示した。

対照の蒸留水を嗅がせた区ではホルスタイン種のうち2頭がフレーメンを示した。しか

し他の13頭の種雄牛は拒否反応を示すか、やゝ関心を示す程度で顕著な行動変化を示さなかった。フレメンを示した2頭の種雄牛は包皮からの副生殖腺液の漏出が認められた。対照区も2度繰返したが、結果は全て前回と同じパターンであった。なお蒸留水でフレメンを示した2頭の種雄牛は日常の精液採取業務で常に円滑に採取されていた。

以上の実験結果より次の事が明らかになった。先ず発情粘液を嗅がせると54%の種雄牛がフレメンを示し、40%の種雄牛が性欲を昂進させ、副生殖腺液を漏出させた。ついで発情雌牛からの尿は54%の種雄牛でフレメンを示し、20%の種雄牛で副生殖腺液の漏出をみた。一方対照の蒸留水区では13%の種雄牛がフレメンを示し、副生殖腺液を漏出した。従って発情雌牛の頸管粘液や尿からの嗅覚刺激が一部の種雄牛に対し性的興奮をおこさせた。しかし個々の種雄牛に対して画一的に効果を示さず、全く影響を受けない種雄牛

が50%以上存在することも明らかになった。

2. 発情雌牛の子宮頸管粘液の臭気が種雄

牛の性行動に及ぼす影響。

発情粘液を擬雌台に塗布したところ、第1回乗駕までの性的反応時間はTable 24に示すとおり、全体として272秒から255秒へとやや短縮したが、統計的に有意ではなかった。第1回射精までの性的反応時間もTable 25に示すとおり全体として495秒から400秒へと短縮したが、統計的に有意な変化ではなかった。

発情粘液が乗駕欲を昂進させるのに最も効果を示したのはSil.号とMatu.号で、これらの種雄牛はフレーメンに近い動作を5~10秒間示したのち直ちに乗駕する場合が多かった。そのためTable 24に示すように第1回乗駕までの性的反応時間が有意に短縮した。一方Taki.号では対照区の39秒から試験区の102秒へと2倍以上の反応時間の遅延がみられた。この遅延はTaki.号が発情粘液を嗅ぐことによりフレーメンを示したが、そのフレーメンが他の牛と比

Table 25. Effect of vaginal mucus from estrous cow on average reaction time for the first ejaculation.

Bull name	Time required for 1st ejaculation (Sec.)	
	Control	Mucus
Ma.	863 ± 159.8 (12)	733 ± 68.0 (6)
L.	462 ± 121.2 (7)	482 ± 74.4 (5)
Ge.	1038 ± 568.6 (10)	842 ± 75.5 (5)
Sil.	363 ± 108.3 (15)	298 ± 64.6 (5)
Huku.	170 ± 33.2 (10)	63 ± 15.2 (6)**
Taki.	229 ± 50.8 (7)	237 ± 34.0 (6)
Matu.	265 ± 63.6 (11)	226 ± 87.0 (4)
Total	495 ± 388.4 (72)	400 ± 285.0 (37)

Figures in parenthesis show the number of trials. **P<0.01

Table 26. Effect of sexual reaction time for the first ejaculation on semen characteristics.

Bull name	Bull type	Semen characteristics	Reaction time for the 1st ejaculation (Sec.)	
Ma.	I		<750	>751
		Semen volume	6.6 ± 1.70 (10)	9.6 ± 0.80 (9)**
		Total no.	50.3 ± 10.70 (10)	80.8 ± 18.66 (9)**
C.	I		<500	>501
		Semen volume	5.9 ± 0.79 (13)	8.3 ± 0.88 (9)**
		Total no.	54.6 ± 10.65 (13)	72.2 ± 15.31 (9)**
Ri.	I		<300	>301
		Semen volume	6.7 ± 0.88 (14)	10.0 ± 1.58 (9)**
		Total no.	74.1 ± 13.81 (14)	104.3 ± 27.43 (9)**
Ko.	II		<500	>501
		Semen volume	9.0 ± 1.15 (8)	9.2 ± 1.11 (9)
		Total no.	76.6 ± 13.47 (8)	85.6 ± 10.78 (9)
Ge.	II		<850	>851
		Semen volume	4.5 ± 0.75 (12)	4.0 ± 0.98 (10)
		Total no.	41.3 ± 9.35 (12)	40.5 ± 12.04 (10)
J.	III		<360	>361
		Semen volume	6.6 ± 1.17 (10)	4.8 ± 1.24 (24)**
		Total no.	61.1 ± 18.79 (10)	45.9 ± 14.18 (24)*
L.	III		<150	>151
		Semen volume	5.0 ± 0.95 (11)	3.3 ± 1.01 (10)**
		Total no.	43.7 ± 7.97 (11)	22.2 ± 6.79 (10)**

Semen volume (ml)

Total no.; Total number of spermatozoa with the most active progressive motility (X 10⁸)

Figures in parenthesis show the number of trials.

*P<0.05 , **P<0.01

べ長く、1分以上の持続を示したことに起因している。その他の種雄牛では発情粘液が第1回集駕までの性的反応時間に有意に影響しなかった。

発情粘液が第1回射精までの性的反応時間短縮させるのに最も効果を示したのはHuku.号であったが、他の種雄牛では有意な影響がみられなかった。なおフレーメンは前述のSil.号、Matu.号、Taki.号のほかにMa.号、L.号、Huku.号でも観察された。

以上の実験結果から、発情粘液がごく一部の種雄牛にとって性的反応時間を短縮させるのに有効であったが、全体として第1回集駕あるいは第1回射精までの性的反応時間に有意な影響を及ぼさなかった。

第4節 視覚刺激が種雄牛の性行動

ならびに精液性状に及ぼす

影響。

視覚刺激が種雄牛の性行動に対し促進的に働いたり、抑制的に働くことは以前から知ら

れている。Hale (1966)⁸¹⁾ は双子雄牛の一方の両
 眼を生後まもなく破壊して行った実験で視覚
 刺激が迅速かつ直接的な性行動に対し重要な
 役割を果たしていることを明らかにした。従っ
 て日常の精液採取業務を円滑に運営するため
 に応用されている工夫の大部分はこの視覚刺
 激を応用したものである。例えば Milovanov ら (19
 40)⁸²⁾ 等^{1,12,83-87)} により報告されている台畜の交換
 による種雄牛の性的飽満を脱却させる方法や、
 種雄牛あるいは刺激動物を動かせたり⁸⁸⁾、採取
 場所^{88,89)} や採取者⁸⁴⁾ あるいは採取者の服の色⁹⁰⁾
 の交換、同時に2頭の刺激動物を使用したり⁸⁸⁾、
 Cassou (1968)⁹¹⁾ の報告した高さ可変で、内蔵モ一
 ターで移動可能な擬雌台を用いたり、さらに
 は他の牛が擬雌台に乗駕しているのを見せたり
 (嫉妬刺激)⁹²⁾、乗駕抑制による一時的欲求
 不満を利用する方法^{1,18,92-95)} など⁹¹⁾ である。このよ
 うに種雄牛の視覚刺激に関する研究成果のほ
 とんどが実用化している。ところが著者はこ
 れらの方法のうちで日常業務で最もよく利用

されている乗駕の抑制による一時的欲求不満
 を利用した採取法で必ずしも Collins ら (1951)⁹² 等
 (1, 18, 93, 95) が報告していたように十分な量あるい
 は良好な性状の精液が得られるとは限らない
 場合のあることを明らかにした。そこで本節
 では日常業務範囲内における若干の試験設定
 により人為的に一時的欲求不満を与える必要
 のない種雄牛の存在することを明らかにし、
 さらに視覚刺激と射精反射機構の関連づけに
 よって抑制の不必要な種雄牛の存在すること
 を証明しようとした。

I. 実験材料および方法

京都府農業指導所畜産試験部に繋養されて
 いたホルタイン種種雄牛7頭を用いた。その
 内訳は3才令のL.号、4才令のMa.号、5才令
 のC.号、6才令のJ.号、8才令のKo.号(これ
 ら5頭は1969年4月から1970年7月までの16
 ヶ月間供用した。)、2才令のGe.号(1970年12
 月から1972年7月までの20ヶ月間供用した。)、
 6才令のR.号(1973年12月から1975年6月ま

での19ヶ月間供用した。)であった。

試験はそれぞれの種雄牛を採取場に引き入れてから第1回目の精液が採取されるまでに行われる集駕抑制や空集りなど一時的欲求不満を平常どおり与える場合の外に、全く与えない場合と軽度の抑制を負荷して採取する場合を設けた。またその際の第1回射精までの性的反応時間と精液量の関係を各々の種雄牛毎に調べ、さらに性的反応時間の長い場合と短い場合における精液量や精液性状に間する比較を行った。なお精液の性状に関する比較は総最活発前進精子数を指標として行った。

II. 結果と考察

Fig. 1 に第1回射精までの性的反応時間と精液量の関係を示す分布図を示したが、性的反応時間と精液量の関係から3つの型に種雄牛を分類した。すなわちI型は正の有意な相関を示すMa.号、C.号、R.号のグループ、II型は全く有意な相関を示さないKo.号、Ge.号のグループ、III型は負の有意な相関を示すJ.号、L.

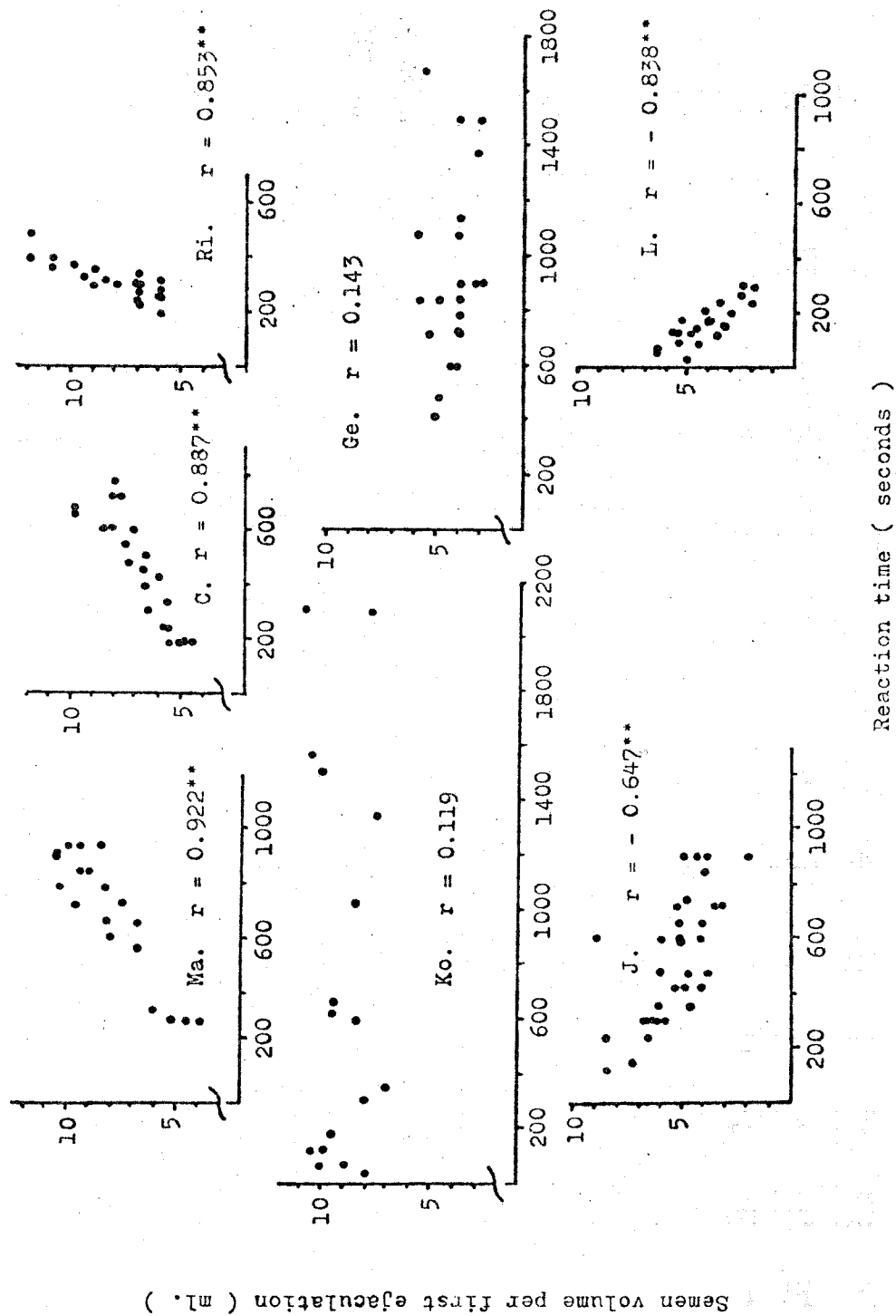


Fig. 1 The relationship between semen volume of first ejaculation and sexual reaction time required for first ejaculation.

$**P < 0.01$

号のグループである。

Mercier ら(1946)⁹⁶⁾ は雄牛が採取場に引き入れて直ちに採取された精液よりも、第2回目射出精液の方が運動精子を多く含んでいると述べている。Collins ら(1951)⁹²⁾ は雄牛が因として第2回目射精の方が性的興奮が增强されるために第1回目より優れているものと推察している。また Branton ら(1952)⁹⁷⁾ 等¹⁰⁾ の報告においても第2回目射出精液の方が精液量や運動精子数などですぐれていた。

Hellström (1947)⁹³⁾ が精液採取の前に数分間雄牛を性的に抑制すると第1回目の射出精液量が著しく増すことを報告して以来、多くの研究者^{13, 85, 92, 94, 97~102)} により追試され支持されてきた。しかし精液採取前の抑制をはじめとする性的準備について、これらの多くの研究者は対象となる種雄牛の個体差についてはほとんど考慮していない。例えば Signoret (1960)⁹⁴⁾ は抑制時間を0よりも2、5、10、20分と漸次延長するにつれ、精液量が増加すると述べている。

著者はこのように性的抑制あるいは性的刺激
 を長く加えれば加える程多くの精液が得られ
 る種雄牛を前述のごとくⅠ型の種雄牛と分類
 した (Fig. 1 の Ma. 号、C. 号、Ri. 号)。実数から言
 えばこの型に属す種雄牛が多いことは事実で
 あるが、この他に2つの型の種雄牛も少数な
 がら存在する。すなわち、Ⅱ型として (Fig. 1
 の Ko. 号と Ge. 号)、採取場に引き入れてからの性
 的反応時間に関係なく良好な精液のとれる種
 雄牛と、Ⅲ型として (Fig. 1 の J. 号、L. 号)、採
 取場に引き入れてから直ちに採取しないと多
 くの良好な精液の得られない種雄牛が存在す
 る。特にⅢ型種雄牛は Hellström や Signoret など多
 くの研究者が推奨している採取方法に従って、
 採取に時間をかければかける程、Fig. 1 の分布
 図の J. 号や L. 号に示すように精液量の低下が
 おこり、廃用候補ないしは廃用処分にされる
 場合がでてくる。ところが Laing (1955)¹⁰³⁾ は種雄
 牛の精液採取時の性的反応は様々で、精液採
 取をするのに最もよい結果を得るにはそれぞ

れの個体の特性を充分に研究するのが基本である」と述べているが、このことは著者の分類したⅡ型やⅢ型の種雄牛の存在を示唆している。

性的反応時間の測定は本研究も含めて一般に種雄牛が採取場に到着した時点基準としている。精液採取の日常業務では種雄牛が牛舎から出され、包皮洗滌場に繋がれ、ついで採取場に引き入れて精液が採取される。しかし Pavlov の条件反射説に準拠して多くの研究者が性的反応を説明しているが、^{1,6,84,89,98,105)}これに従うと種雄牛によつては、特にⅢ型の種雄牛では、牛舎から引き出されて採取場で射精するまでが視覚刺激等により条件付けられた射精反射の過程と考えられる。Ⅲ型種雄牛では性的反応時間は牛が牛舎から出発する時点基準とすべきで、牛舎から包皮洗滌場を経て採取場に到着するまでの約15分を加算しなければならぬ。従つて、採取場に引き入れてから一般に行われている乗駕抑制等の性的準

備を与えると、それが過剰な刺激となつて Parshutin (1956)⁽¹⁰⁴⁾ の述べている中枢神経系の過剰な興奮による保護的抑制作用が働いて、生殖器機能を減退させ Fig. 1 に示す J. 号や L. 号のようにな性的反応時間が長くなるにつれて漸次精液量が減少していったと考えられる。さらに Table 26 に各種雄牛における第回射精までの性的反応時間が精液量や総最活発前進精子数におよぼす影響を示したが、J. 号、L. 号などⅢ型種雄牛では反応時間が短かい方が精液量や精液性状の優れていることがわかった。

一方Ⅱ型種雄牛では台畜等の視覚的環境要因が性的反応時間に強く影響をおよぼすものと考えられる。特に種雄牛自体、性的に抑制あるいは促進している因子に対して敏感であり、視覚的環境要因の種類によつてその反応時間に著しい差が認められた。例へは Fig. 2 にⅡ型種雄牛である K₀ 号に対する新しい台畜の導入が性的反応時間におよぼす影響を示したが、それによると新しい台畜の導入によつて

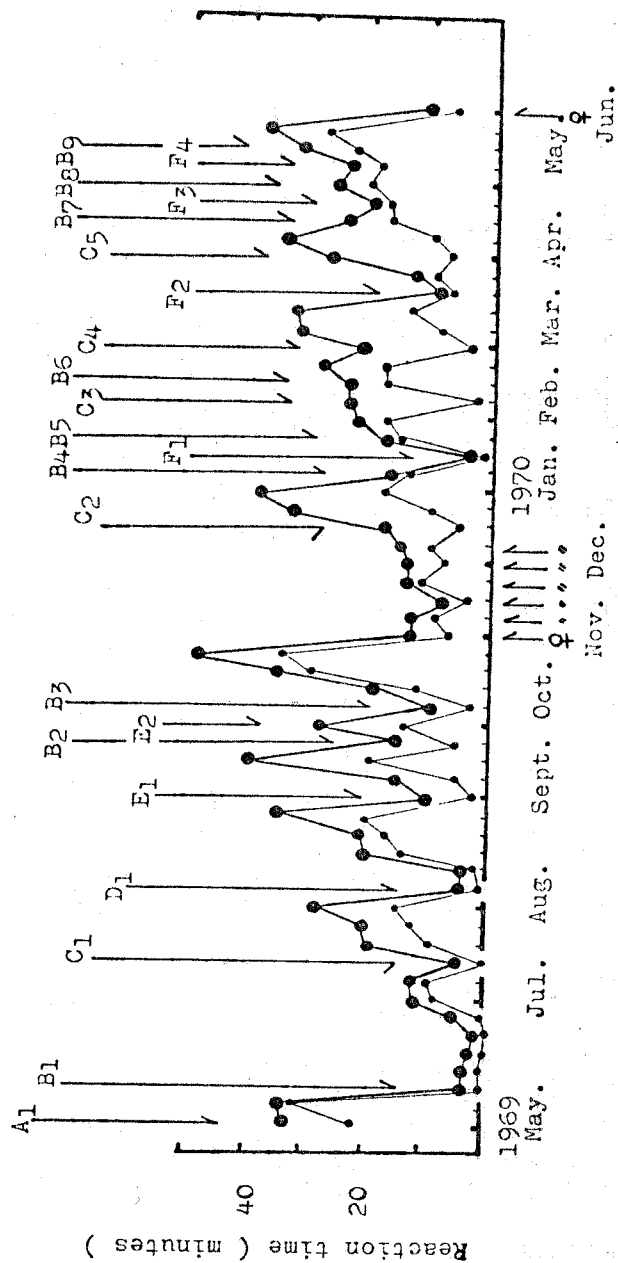


Fig. 2 Effect of introduction of new teaser animal on sexual reaction time in a bull.

直ちに反応を示した。しかし同じ台畜でも3回、4回と続けると性的飽満に陥って、20~30分経過しても射精の反射過程には容易に入らなかった。さらに Fig. 2 に示すように視覚的環境要因を改善するために古い台畜の他に雌牛を刺激動物として追加したところ、直ちに性的飽満から脱却して乗駕、射精した。ところがⅡ型種雄牛では Fig. 1 や Table 26 に示すように性的反応時間の長短が精液の量やその性状にⅠ型やⅢ型種雄牛のように有意には影響をおよぼさなかった。

以上のことから視覚刺激が射精をはじめとする性的反応に強く影響することが例証された。しかし種雄牛の射精反射過程における反応は個体差が大きく、各種種雄牛における性的反応と精液の量をはじめとする諸性状との関係を調べた結果、以下の3型に分類される。

- 1) Ⅰ型は性的準備が長く加えられる程多くの精液が得られる種雄牛であり、この型に属す種雄牛が最も多い。

2) II型は性的反応時間に関係なく良好な精液の得られる種雄牛である。

3) III型は採取場における性的準備が長い程精液の量や質が低下する。この型の種雄牛では牛舎から引き出された時点ですでに視覚的な性的準備過程に入っていると考えられる。従って、採取場に到着してからは集駕抑制等の追加刺激を必要としない。

第5節 摘要

聴覚、嗅覚あるいは視覚などの大脳皮質と関係の深い刺激が射精反射をはじめとする性行動におよぼす影響を調べ、次のような結果が得られた。

1. 聴覚刺激

1) 雌牛の鳴き声は第1回集駕までの性的反応時間や第1回射精までの性的反応時間を短縮する($P < 0.01$)。しかし雌牛の鳴き声は精液量やその他の性状に統計的に有意な影響をおよぼさなかった。

2) トラックタの騒音(約 85 phon)の影響は個

体差があるが、第1回東駕まで、あるいは第1回射精までの性的反応に対し抑制的に働く ($P < 0.05$)。しかし精液量や精液性状に対しては有意な影響をおよぼさなかった。

3) ヒトの怒声は性的反応に対し抑制的に働く場合と促進的に働く場合の相反する2つの場合のあることがわかった。抑制的に働く場合では東駕あるいは射精までの反応時間が遅延し ($P < 0.01$)、場合によっては東駕拒否し、ヒトの怒声により、脅える牛もあった。一方促進的に働く場合では第1回射精までの性的反応時間が半分に短縮された ($P < 0.01$)。

2. 嗅覚刺激

1) 発情雌牛の頸管粘液や尿による嗅覚刺激は一部の種雄牛に性的興奮をおこさせた。しかし全く影響を受けない種雄牛が5割以上存在した。

2) 一部の種雄牛にとって発情粘液が性的反応時間を短縮させるのに有効であったが、

全体として、性的反応時間に有意な影響をおよぼさなかった。

3. 視覚刺激

視覚刺激が射精をはじめとする性的反応に強く影響することが例証された。しかし射精反射過程における反応には個体差が大きく各種雄牛における性的反応と精液量やその性状の関係を調べた結果、以下の3型に分類された。

1) I型は性的準備期間が長い程、多くの精液が得られる種雄牛であり、この型に属す種雄牛が最も多い。

2) II型は性的反応時間に関係なく良好な精液の得られる種雄牛である。

3) III型は採取場における性的準備が長い程、精液の量や質が低下する。この型の種雄牛では牛舎から引き出された時点ですでに視覚的な性的準備過程に入っていると考えられる。従って、採取場に到着してからは乗駕抑制等の新たな追加刺激を必要としない。

第 3 章 射精反射をもたらす知覚神

経終末装置の所在に関する

研究

第 1 節 緒言

種雄牛の陰茎の射精反射をもたらす知覚神経の終末装置の存在部位を明らかにすることは生物学的観点のみならず精液採取の日常業務にとってもきわめて有意義である。

現在まで射精反射をもたらす知覚神経の終末装置の所在については Bonadonna (1956)⁶⁾ 等りの「陰茎の基部にのみ存在する」という基部説と、柘田 (1970)⁴⁵⁾ による「陰茎の先端に適当な熱感 (温感覚) が感じられると、いわゆる雄牛の一突きで射精に突入するわけである」という先端説の全く異なる 2 説がある。しかしこれらの説は陰茎の基部とか先端といった解剖学的に不確実な表現で、存在部位の確証を得ていない。本章では解剖学的に陰茎のいずれの部位に射精反射をもたらす終末装置が存在するかを明らかにするために、先ず種雄

牛のマスターベーションの観察を行い、ついで麻酔薬を陰茎の各部位に塗布して射精反射を遮断する部位を明らかにしようとした。

第2節 種雄牛のマスターベーション

に関する研究

Bonadonna (1956)⁶⁾等⁷⁾は射精をもたらす知覚神経の終末装置が陰茎の基部にのみ存在し、先端に沿っては広がっていないと主張している。この理由として Hafez (1960)¹⁾は牛のマスターベーションが典型的な姿勢でのみ可能であるとしている。射精反射をもたらす部位を究明するために牛のマスターベーションを観察した報告、さらには解剖学的に正確にマスターベーションを観察した報告はみられない。本節では偶発的に起こったマスターベーションを正確に観察し、さらに人為的に牛陰茎をマッサージして、射精反射をもたらす神経終末の所在を究明しようとした。

さらに人工腔による精液採取を一種の人工的マッサージと考えると、その際の人工腔内の

温度条件が Bonadonna (1956)⁴⁶⁾等^{47,48)}の述べている
ように射精にとって必須か否かを確かめるた
めに人工腔温度と射精反射の関連性を追求し
た。

I. 供試材料および方法.

京都府農業指導所畜産試験部繋養の種雄牛
を供試動物とした。

1. 種雄牛におけるマスターベーションの 観察

1974 年 4 月 8 日から 1978 年 3 月 30 日にか
けて、種雄牛の日常の飼養管理中あるいは精液
採取業務中に偶発的に起こったマスターベ
ーションを観察した。さらに 1975 年 2 月 1 日か
ら 5 日にかけての 5 日間には午前 5 時 30 分から
7 時 30 分までの間、写真記録も含めてマス
ターベーションの観察を行った。

2. 牛陰茎のマッサージが射精におよぼす 影響

1974 年 2 月 25 日から 1974 年 6 月 13 日までの
約 5 ヶ月間に 3 才令から 8 才令の 7 頭のホル

スタイン種雄牛、延49頭について調査した。
 方法は種雄牛を擬雌台ある台畜に集駕させ、
 陰茎の勃起した状態の時に右手を使って、亀
 頭冠、亀頭頸あるいは包皮 (Prepenile sheath) を
 1~2秒間、手早くマッサージした。

3. 人工腔内温度が射精反射におよぼす影

響

1975年11月30日から1975年2月15日までの
 間2才令から9才令のホルスタイン種雄牛、
 延49頭を供試牛とした。方法は西川式人工腔
 を利用して、牛が陰茎を挿入する部分である
 人工腔内壁の温度を第1回目18℃、第2回目
 40℃のグループと第1回目40℃、第2回目も
 40℃のグループの2種類に分けて、射精反射
 に及ぼす影響を調べた。

II. 結果および考察.

1. 種雄牛におけるマスターベーションの
 観察.

日常飼養管理中に4回と、精液採取中に1
 回の計5回のマスターベーションを観察した。

そのうち3回は1969年1月9日生れのY号で、他の2回は1973年8月2日生れのV号で観察された。しかし早朝2時間づつ、5日間、15頭の種雄牛について延150時間にわたってマスターベーションの観察を試みたがみられなかった。

Y号のマスターベーションは1974年4月10日と4月17日に牛舎内での飼養管理中に発見し、1975年11月17日には精液採取室で精液採取直前に観察された。

V号では昭和50年4月9日と5月3日の2回、牛舎内でマスターベーションを観察した。なお前者は11日、後者は1ヶ月以上精液採取が行われていなかった。

牛のマスターベーションは先ず、背中を丸めて、前肢と後肢の間隔を約20 cm以内に短縮させ、同時に骨盤運動を伴いながら陰茎を包皮口から盛んに出し入れして始まった。しかしマスターベーションに入った際には観察された5例とも、亀頭冠は包皮口から外部に

突出していて摩擦にはほとんど関与していなかった。摩擦を受けているのは亀頭頸と包皮の粘膜であった。また包皮が完全に反転して、Bonadonna (1957)⁴⁶⁾ のいう最大伸長の勃起がおこった際には、背中がさらに屈曲し、2つ折り状になって、亀頭頸は胸骨下の胸壘後縁に接触させ摩擦していた。しかし亀頭冠は依然胸壘にもいすれの部位にも接触せず、やや下方右側に向き、右側に位置する尿道開口部から強く精液が射出した。射精の際には腹筋の収縮が著しく、Y.号では3回とも前肢と後肢がお互に交叉する程度にまで接近し、平衡感覚を失ないかけていた。

なお射精中には Seidel ら (1968)⁴³⁾ 等^{44, 60, 73)} の指摘するように反時計回りの螺旋状に陰莖が旋回し、5例全てにおいて亀頭頸が強く胸壘後縁に摩擦されているのが観察された。しかし包皮を Prepenile sheath と Penile sheath に分けた際の Penile sheath にこの時摩擦が加えられた可能性もあるが、あまりにも瞬間的であるため明確に観察

出来なかった。

以上のことからマスターベーションの際には陰茎の亀頭冠の部分はいずれの部位にも接触していない事がわかった。従って亀頭冠には射精反射をもたらす知覚神経終末が存在しないと推察される。しかし亀頭頸かそれよりも近位端が胸垂と接触しており、その部分に射精反射をもたらす知覚神経終末が存在すると考えられた。

2. 牛陰茎のマッサージが射精に及ぼす影響

亀頭冠へのマッサージは8頭の雄牛で延33回試みたがTable 27に示すように全く射精反射が認められなかった。しかし亀頭頸に対しマッサージを加えると5例中4例で射精反射が得られた。なお亀頭頸に対するマッサージのうちRi.号に加えられた2例は精液の採取業務中に人工腔用の温湯の準備が出来なかったため陰茎に対する損傷を防ぐ目的で、やむを得ず亀頭頸を握って擬雌台に乗せたところ、偶

然に射精反射が起ったものである。一方他の
 3例は意識的に亀頭頸にマッサージを加えた。
 その結果Md号による1例で射精がおこらな
 ったが、その例では次の束駕で人工腔に射精
 した。

一方包皮の、特に Prepenile sheath に対するマッ
 サージは6頭の牛で延12回試みたが射精反射
 を認めなかった。

陰茎のマッサージと射精反射との関係はブ
 タ⁽¹⁰⁶⁾、イヌ⁽¹⁰⁷⁾、キツネ⁽¹⁰⁸⁾等⁽¹⁰⁹⁾で報告されているが、
 牛では極めて少なく、Parez (1953)⁽¹⁰⁹⁾と Megale (1968)
)⁽¹¹⁰⁾の報告がみられるにすぎない。しかし両報
 告とも解剖学的に陰茎のいずれの部位にマッ
 サージが加えられたのか不明確である。先ず
 Parez (1953)⁽¹⁰⁹⁾の報告では性的に充分に興奮した
 雄牛では包皮の入口の、陰茎の上でないところ
 を人工腔を用いずに手で圧すると射精がお
 こるとされている。Bonadonna (1957)⁽⁴⁶⁾によると
 射精反射は陰茎の最大伸張時におこるとされ
 ているので、包皮の入口というのは勃起して

反転した Prepenile sheath に相当する部分と考えられる。しかし本実験でも性的に充分に興奮した雄牛で Table 27 に示すように Prepenile sheath に手でマッサージを加えたが、全く射精反射が観察されなかった。一方、Megale (1968)¹⁰⁹⁾ の報告ではマッサージにより射精反射が誘起されるか否かについて明確にされていない。

人工腔による接触刺激を調べた Seidel ら (1969)⁴⁸⁾ によると人工腔筒の長さが 30 cm であっても、その半分の 15 cm であっても精液が同じように採取出来ると報告している。包皮から伸張する陰莖の長さは約 55 cm である⁷¹⁾ ので、このことは少なくとも Prepenile sheath に対して接触刺激が加えられなくても、射精反射のおこることを示唆している。著者は Table 27 のように亀頭頸に対し 5 例、刺激を試みて、4 例で射精反射を観察した。しかし、その際に瞬時的であるにせよ Penile sheath に対しても刺激を与えたのではないかという懸念がある。

3. 人工腔内温度が射精反射におよぼす影

響

性的に完全に準備された種雄牛に18℃の人工腔をあてがったところ、7頭の種雄牛の15例で射精反射が全く認められなかった。しかし、次の乗駕に際し、40℃の内湯の人工腔を用いたところ、15例中全例で射精反射が認められた。

40℃の人工腔を最初から用いた区では35例中29例で射精反射が認められた。射精反射の認められなかった6例はさらに40℃の人工腔で採取を試みたが、そのうち4例で射精反射が認められた。ところで40℃で射精反射の認められなかったY、Ri、Ge号は日常業務ですでに高い温度に順応していて、55℃の温湯を人工腔に注ぎ、ゴム内筒壁の温度を50℃以上にしてはじめて精液が採取出来る牛であった。そのためこれらの雄牛の陰茎にとっては40℃という温度が低く感じられたためか、射精反射が認められなかったり、認められても射精動作が不完全であった。一方最初に18℃の人

工腔を用いて採取された区では第2回目集駕の際に40℃の人工腔を使用すると、たとえY、R、Ge号であっても全例完全な射精反射が認められた。これは18℃という低い温度に陰莖が素早く順応して、40℃という温度が日常業務で使用されていた50℃に対する温度としてではなく、第1回目の18℃に対して22℃高い温度として働いたためと考えられる。

以上のことから人工腔等による単なる接触刺激が射精反射をもたらすための十分な刺激条件ではなく、Bonadonna (1957)⁴⁶⁾等^{47,48)}の述べているように牛では温度刺激が射精反射をもたらすための重要な役割を果たしている事が確かめられた。

第3節 局所表面麻酔が射精反射にお

よぼす影響

Bonadonna (1956)^{6,46)}はノボカインを用いて陰莖の射精反射をもたらす知覚神経終末存在部位を究明しようとして、射精反射を遮断することには成功したが、その終末の存在部位は

確認していない。本節では先ず牛陰茎の局所表面麻酔が射精反射におよぼす影響について調べた。さらに陰茎の神経終末が組織学的に Endo (1954)¹¹⁾ によって詳しく解明されている豚についても局所表面麻酔が射精反射にどのような影響をおよぼすかを調べた。

I. 供試材料および方法

1. 牛陰茎における局所表面麻酔が射精反射におよぼす影響

供試牛は京都府農業指導所畜産試験部繋養の黒毛和種種雄牛 Koto. 号と Haru. 号の2頭およびホルスタイン種種雄牛 Ko. 号と Y. 号の2頭、ならびに石川県畜産試験場繋養のホルスタイン種若雄牛2頭の計6頭を用いた。京都府の黒毛和種については1971年7月と11月、ホルスタイン種については1972年1月と1975年11月、石川県のホルスタイン種若雄牛については1979年6月に供試された。

方法は先ず雄牛を擬雌台に乗駕させ、左手で包皮開口部よりやや後方で腹壁を介して陰

茎体をつかみ、やゝ手前に引き、右手に持った2~3% Lidocaine hydrochloride (Lidocaineと略す)を浸した脱脂綿を陰茎粘膜の目的部位に素早く塗布して表面麻酔を施す。ついで表面麻酔後5~7分で再度束駕させて、針で麻酔の効果を確認した。麻酔10分後に日常慣行に従って人工膣による精液採取を試み、各部分の麻酔が射精反射におよぼす影響を調べた。なお陰茎の麻酔は陰茎の粘膜全体、亀頭冠の粘膜および亀頭頸の粘膜について行われた。

2. 豚陰茎における局所表面麻酔が射精反射におよぼす影響.

供試豚は石川県畜産試験場高松分場繋養の大ヨークシャー種(1977年4月生れ)とランドレース種(1977年11月生れ)の各1頭づつで、試験は1979年4月に実施した。

方法は先ず、種雄豚を擬雌台に束駕させ、勃起突出してきた陰茎を術者が常に一方の手で把持し、2~3% Lidocaine を浸した脱脂綿を陰茎の亀頭粘膜に塗布した。10分後に再束駕

させ麻酔の効力を確認した後、日常慣行の手
 圧法で採取し、表面麻酔が射精反射におよぼ
 す影響を観察した。

II. 実験結果および考察

1. 牛陰茎における局所表面麻酔が射精反 射におよぼす影響

いずれの部位を麻酔した場合でも、どの種
 雄牛においても勃起の状況や集駕欲には変化
 はみられなかった。麻酔薬が効力を発揮する
 までの5~7分間は陰茎の損傷を防ぐために集
 駕を抑制した。

陰茎の粘膜全体を麻酔した実験は黒毛和種
 種雄牛 Koto. 号、Haru. 号の各々2回づつ、およ
 びホルスタイン種種雄牛 Ko. 号、Y. 号の各々1
 回の計4頭の種雄牛で延6回行われた。その
 結果麻酔10分後に擬雌台に集駕させたところ
 全例で射精反射の遮断がみられた。すなわち
 Table 28 に示すとおり麻酔後10分から30分迄の
 間それぞれ5~9回の集駕の度に採取者が交替
 して精液採取を試みても、全く射精しなかつ

Table 27. Effect of local massage on ejaculation in bull.

Bull name	Location of massage					
	Galea glandis		Collum glandis		Prepenile sheath	
	No. trials	Ejaculated	No. trials	Ejaculated	No. trials	Ejaculated
Ma.	9	0	2	1	3	0
L.	2	0			3	0
Y.	2	0			1	0
Ri.	9	0	2	2	2	0
Ge.	2	0				
O.	5	0			2	0
Sil.	4	0	1	1	1	0
Total	33	0	5	4	12	0

Table 28. Effect of lidocaine treatment at the surface of whole penis on ejaculation. (n = 6)

Expt. no.	Bull name	After treatment			
		10 to 30 min.		60 min.	
		No. of mounts	Ejaculation	No. of mounts	Ejaculation
1.	Koto.	7	0	1	1
2.	Koto.	8	0	1	1
3.	Haru.	9	0	1	1
4.	Haru.	9	0	1	1
5.	Ko.	5	0	1	1
6.	Y.	8	0	1	1
Total		46	0	6	6

Table 29. Effect of lidocaine treatment at the surface of the collum glandis on ejaculation. (n = 7)

Expt. no.	Bull name	After treatment			
		10 to 30 min.		60 min.	
		No. of mounts	Ejaculation	No. of mounts	Ejaculation
1.	Koto.	9	0	1	1
2.	Koto.	7	0	1	1
3.	Haru.	13	0	1	1
4.	Ko.	7	0	1	1
5.	Ko.	8	0	1	1
6.	Y.	9	0	1	1
7.	Y.	10	0	1	1
Total		63	0	7	7

た。しかし、麻醉後60分後に集駕させた際に、人工腔で正常に精液が採取出来た。従ってこの実験は Bonadonna と同じ結果が得られており、このことから射精反射をもたらす神経終末が陰茎の粘膜上皮のいずれかの部位に存在すること、しかも陰茎の深部ではなく、広義の粘膜上皮に存在することが明らかになった。

ついで亀頭冠の粘膜のみを部分的に麻醉した場合には黒毛和種種雄牛 Koto. 号、Haru. 号の各1回、およびホルスタイン種種雄牛 Ko. 号の3回、Y. 号の2回、ホルスタイン種若雄牛2頭の各々1回の計6頭の雄牛で延9回の実験を行った。その結果、麻醉薬の塗布後、10~20分で擬雌台に集駕させたところ、6頭の種種雄牛の全9例において、第1回目射精反射が観察された。従って亀頭冠には射精反射をもたらす知覚神経終末が存在しない事が明らかになった。

亀頭頸の粘膜のみを麻醉したところ、黒毛和種種雄牛の Koto. 号の2回、Haru. 号の1回、

ホルスタイン種種雄牛 K₀ 号、Y 号の 2 回の計 4 頭の種雄牛における全 7 例において、射精反射の遮断が観察された。すなわち Table 29 の如く、麻酔の効いている 10~30 分間にそれぞれ 7~13 回集駕させたが、射精反射は 1 回も観察されなかった。しかし 60 分後には完全に麻酔から醒めており、正常な射精反射が観察された。この実験では亀頭頸の粘膜だけを部分的に麻酔したが、麻酔後射精反射を観察するまでに 10 分以上経過しており、亀頭冠のみか、または亀頭冠と亀頭頸の遠位部を残して陰茎が包皮内に収納され、亀頭頸のみに塗布された麻酔薬が包皮に付着して、包皮も同時に麻酔されている可能性があると考えられる。従ってこの実験の結果から安易に射精反射をもたらす神経終末が亀頭頸のみに存在するとは言えない。可能性としては包皮の反転した状況での遠位端である Penile sheath にも射精反射をもたらす神経終末が存在するかもしれない。しかし Table 29 に示すようにそれぞれ 7~13 回、

延 63 回、採取を試みても射精反射が完全に遮断されていたという事は亀頭頸に射精反射をもたらす神経終末の存在する可能性が高いと考えられる。

以上の実験結果から表面麻酔による射精反射の遮断は亀頭冠では起らず、亀頭頸または包皮の亀頭頸に近い Penile sheath の粘膜上皮に射精反射の遮断がおこることがわかった。

2. 豚陰茎における局所表面麻酔が射精反射におよぼす影響

豚の場合、日常採取業務で手圧を行う亀頭粘膜全体に麻酔薬を塗布したところ、大ヨークシャー種 2 例、ランドレース種 1 例の 3 例において、射精反射の遮断は全く観察されなかった。なお麻酔薬を塗布した後、陰茎の勃起力が減退して集駕を拒否したランドレース種の 1 例は実験から除かれた。従って豚では射精反射をもたらす知覚神経終末が亀頭の深部に存在し、粘膜上皮にないことが推察された。この事は Endo (1954)¹¹⁾ によって明らかにさ

れた事、すなわち圧覚の知覚神経終である Pacini

小体の存在部位と一致し、しかも豚では射精反射が亀頭の圧迫刺激によりもたらされる事実と関連のあるものと考えられる。

第4節 摘要

射精反射をもたらず知覚神経終末が陰茎のいずれの部分に存在するかを明らかにするため、牛のマスターベーションの観察と陰茎の局所表面麻酔による実験を行った。得られた主な結果はつぎのとおりである。

1. マスターベーションの際に陰茎の亀頭冠の部分はいずれの部分にも接触しないことがわかった。従って亀頭冠には射精反射をもたらず知覚神経終末が存在しないと推察される。一方亀頭頸の部分ないしはそれよりも近位端がマスターベーションの際に強く胸垂に接しており、その部分に射精をもたらず知覚神経終末が存在すると考えられた。

2. 陰茎の亀頭冠または Prepenile sheath をマッサージしても射精反射が認められなかった。

しかし亀頭頸をマッサージすると射精反射が認められた。

3. 人工腔内の温度18℃で全く射精反射が認められなかったが、40℃では射精反射がみられた。このように人工腔による単なる接触刺激が射精をもたらすのではなく、温度刺激が重要な役割を果していることが再確認された。

4. Lidocaine による亀頭冠の表面麻酔により射精反射の遮断は起らなかったが、亀頭頸または包皮の亀頭頸に近い部分の粘膜上皮で射精反射の遮断が起ることがわかった。

5. 豚では亀頭の粘膜上皮を表面麻酔しても射精反射の遮断が起らなかった。

以上の実験結果から牛陰茎における射精反射をもたらす知覚神経終末が亀頭冠またはPre-penile sheathには存在せず、亀頭頸またはPenile sheath

の広義の粘膜上皮に存在することが明らかになった。しかし結論を得るためには神経の組織学的観察が必要である。

第4章 牛陰莖の末梢神経のための

鍍銀染色法の考案

第1節 緒言

ヒト^{112,113)}、犬^{114,115)}、猫^{114,115)}などの雄性生殖器における末梢神経の染色に從來メチレンブルーがよく用いられていた。しかし、シュワン鞘の核¹¹⁶⁾や神経小体の内棍内の特殊核¹¹⁷⁾など神経線維周辺の核¹¹⁵⁾がメチレンブルーでは染り難いために神経終末の分類に不都合なことや、生体または超生体染色の必要なことなどの欠点があった。そこで普及し始めたのが銀鏡反応を応用した鍍銀染色法であるが、その原法であるCajal氏法やBielschowsky氏法¹¹⁸⁾は極めて成功率が低い^{119,120)}。またBielschowsky氏法の改良法の中でとくに優れたBielschowsky-Gros氏法やGros-Schultze氏法についても同様の問題がある^{119~121)}。我国でもBielschowsky氏法に近い瀬戸氏法¹¹⁷⁾や鈴木氏法¹¹⁹⁾が開発されているが、一般に鍍銀染色法はかなりの熟練が必要である。

牛陰莖の末梢神経の染色についてはRuffini

氏鍍金染色法を施した Bonadonna (1957)^{46, 123)} の報告があるが、それは神経線維と結合組織の区別が困難であり、しかもヒト等の雄性生殖器で普通観察されている陰部神経小体のような特殊な神経終末装置が全く染め出されていなかった。本章では牛陰莖の末梢神経を明瞭に染色し、射精反射をもたらす知覚神経の終末装置の存在部位を明らかにするために、Gros-Schultze 氏法、瀬戸氏法をはじめ種々の方法を繰返し試みた。しかし、牛陰莖ではいずれの染色法でも結合組織の共染がかなりみられ、全く不成功であった。一方 Gladden (1970)¹²⁴⁾ は彼の開発した骨格筋の神経の鍍銀染色法に関する報告で、応用する動物によって、染色性の異なる可能性を示唆している。そこでこれら Gros-Schultze 氏法をはじめとする染色法のうち牛以外の動物の陰莖でかなり優美に神経線維が染め出されている瀬戸氏鍍銀染色法に注目して、この染色法を牛陰莖の末梢神経の染色に適するよう修正、改良を加えてみた。その結果、

Seto (1977, 1978)^{125, 126)} のカラー図版に匹適する染色結果が牛陰茎についても得られた。

第 2 節 材料および方法

I. 供試試薬

1. ホルマリン、試薬一級、Assay: Minimum 37%

HCHO、半井化学薬品 K. K.

2. 硝酸銀、試薬一級、Assay: Minimum 99.8% AgNO_3 .

半井化学薬品 K. K.

3. アンモニア、試薬特級、Assay: Minimum 28.0

% NH_3 、半井化学薬品 K. K.

4. 沈降製炭酸カルシューム、試薬一級、

石津製薬 K. K.

5. 塩化金、試薬特級、Assay: Minimum 47.5%

(as Au)、半井化学薬品 K. K.

6. 十才硫酸ナトリウム、試薬特級、Assay:

Minimum 99.0% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、半井化学薬品 K. K.

II. 染色操作

1. 固定は 10% ホルマリン液を用い、固定

期間は 3 ヶ月以上とする。

2. 固定材料を一昼夜水道水で水洗し、そ

の後1時間づゝ2回、蒸留水に浸漬する。

3. 材料を30~50 μ の凍結切片として蒸留水に移す。以降切片の移動には硝子箸を用いる。

4. 遮光された20%硝酸銀液中に2日間入れる。切片はやゝ褐を帯びてくる。

5. 蒸留水に10秒間浸す。以降12番のチオ硫酸ナトリウム液中での定着までの操作は遮光下で行う。

6. 中性ホルマリンの原液1容に10分以上沸騰させた後冷却した水道水4容を混合した液を約500ml予め準備しておく。この液を5ヶのシャーレに小分けして、1番のシャーレから順次切片を硝子箸で移すとはじめは銀の一部が還元されて発生する雲状物が液内に充満するが、シャーレを移すにつれ雲状物の発生は少なくなり、4~5番のシャーレに移す際にはほとんど濁らなくなる。なお濁った液は適宜更新する。つぎの7番の操作の前に8番の操

作に直ちに移れるようにアンモニア銀液を予め作成しておく。

7、6番の操作で記された方法で作られた軟水化水道水に切片を1~5秒間とおし、硝子箸で手早く引上げて、直ちに濾紙でその切片の水分をとり、つぎの操作に移る。

8、アンモニア銀液を時計皿に入れ、シャーレで蓋をしておく。時計皿に切片を入れると、約8分で黄褐色よりやや茶褐色に近い色になるが、その時点でつぎの操作に移る。もし2~5分程度の短かい時間で茶褐色に変色しはじめると、直ちに黒褐色~直黒へと染まりすぎる場合が多いので敏速につぎの操作に移る。

アンモニア銀液の製法：50 ml容コニカルビーカーに20%硝酸銀液を5 mlとり、これにピペッターを付けた2 mlのメスピペットで強アンモニア水を一気に約1.2 ml滴下して、同時にコニカルビーカーを底

面と水平に激しく振盪して混せる。なお

このようにして調整されたアンモニア銀

液中に褐色の沈澱が全くなく、透明であ

ることが必要である。しかしアンモニア

液の保管状況が悪かったり、開封してか

ら何回も使用されたアンモニア水ではさ

らに2~3滴、滴下しなければ透明なアン

モニア銀液が得られない。しかしアンモ

ニア水のこれ以上の滴下は染色の仕上り

が不良であり、新しい強アンモニア水を

使用すべきである。なおこのアンモニア

銀液は長期間の使用に耐えないので、染

色のつど、新鮮なものを用意する。

9、蒸留水の入った2つのシャーレに切片

を通す。

10、0.1%塩化金液中に15~30秒浸漬する。10

枚ぐらいの切片を浸すと、白濁するので、

適宜更新する。

11、切片を蒸留水で軽く水洗。

12、10%チオ硫酸ナトリウム液中で切片を

30秒〜1分間定着する。

13. 蒸留水の入った3つ以上のシャーレに

切片を通し、十分に洗滌する。

14. アルコール系列で脱水、カルボール・

キシロールで透徹、バルサム封入。

第3節 結果と考察

この染色を生後間もない幼牛から成牛までの陰莖20本に応用したところ、第5章、第6章の図に示すように Seto (1977, 1978)^{125, 126)} の成果と同じような染め上り状況が得られた。すなわちフレパラートも直接観察することによって太い神経束の肉眼解剖学的把握が可能であり、また顕微鏡で観察すれば細い末梢神経線維の走行や神経終末が他の組織と混同されることなく、選択的に茶褐色ないし暗褐色に染め出された。ところで、この染色法を豚陰莖や珠鶏の生殖器隆起に応用してみたところ、Gladden (1970)¹²⁴⁾ の報告したように応用する動物種による特異性のためか、牛陰莖のように優美に神経線維を染め出せなかった。

なおこの染色法と瀬戸氏鍍銀染色法との違いを前述の染色手順の番号に従って説明すると次の如くである。

1. 瀬戸氏法では固定に中性ホルマリンを使用したが、中性ホルマリンを使用すると牛陰茎では結合組織と神経線維の両者ともに黒褐色に染まり、神経線維の判別が困難であった。一方、本法では普通のホルマリンを固定に用いたところ、結合組織の共染が見られなくなった。固定期間は1~2ヶ月では不充分で、3ヶ月を経過した頃から神経が染まりはじめた。瀬戸氏法では6ヶ月以上、しかも中性ホルマリンで固定しなければならなかったが、本法ではこのように固定期間が半減した。

2. 瀬戸氏法では材料を固定液から出して、水洗せずに直ちに凍結切片を作成したが、この染色法ではBielschowsky氏法¹⁸⁾と同様に材料を水道水で水洗してから凍結切片とした。この水洗操作を行うことによって、

材料中のホルマリン分が薄められて厚さ
/ cm位の材料でも充分に堅く氷結されて、
凍結切片作成が容易になった。

10. 瀬戸氏法では出来るだけ濃度の低い塩
化金の稀釈液を使用するという事で、
濃度の設定はない。しかも3~4時間、そ
の溶液中に放置しなければならない。と
ころが牛陰茎を対象としたこの染色法で
は塩化金の濃度0.1%に設定し、さらに15
~30秒間程度の短かい浸漬時間で充分に鍍
金の用が足せる。

12. 瀬戸氏法では20%のチオ硫酸ナトリウ
ム液を使用するが、本法では10%のチオ
硫酸ナトリウム液を用いた。濃度が20%
の場合切片の色調が急速に変化したが、
本法の如く10%にしたところ、牛陰茎で
は切片の色調の変化が緩慢になり、観察
が容易になった。なお牛陰茎標本の場合、
この液に30秒~1分間浸漬すれば充分で
ある。

第4節 摘要

牛陰莖の末梢神経線維や終末を染色するために瀬戸氏鍍銀染色法を改良した。

ホルマリンで3ヶ月以上固定された材料を一昼夜水道水で水洗し、蒸留水中に2時間浸漬した後、30~50 μ の凍結切片とした。遮光された20%硝酸銀溶液中に2日間浸漬した後、蒸留水で10秒間水洗し、軟水を用いて作られた20%中性ホルマリン液に5回とおした。次に1~5秒間軟水中に材料を浸漬してから、アンモニア銀液に2~10分、暗褐色になるまで浸漬した。その後蒸留水を2回とおし、0.1%塩化金液に30~60秒浸漬、鍍金してから、蒸留水で軽く水洗し、10%チオ硫酸ナトリウム液中で30~60秒間定着させた。最後に蒸留水を3回とおして、上昇アルコールで脱水し、透徹、バルサム封入した。この染色法は牛陰莖の末梢神経線維や終末の染色に極めて有効であった。

第 5 章 成牛陰莖における知覚神経

終末に関する研究

第 1 節 緒言

今迄にヒト^{112, 113, 127~131)}、サル^{132~136)}、イヌ^{137~139)}、フタ^{111, 140)}、山羊^{141, 142)}、猫^{132, 143, 144)}、ウサギ^{144, 145)}、モグラ¹⁴⁶⁾、ラット^{144, 147~149)}における陰莖の神経支配についてはかなり報告されている。しかし牛陰莖に関してはその外形^{50, 51, 53, 58)}や外皮⁵⁹⁾、脈管^{54, 61, 150)}、白膜⁴⁹⁾、海綿体^{60, 62, 151, 152)}、陰莖後引筋^{150, 153)}、包皮との関係^{50, 51, 53, 58)}あるいは勃起の機構^{46, 61, 150, 152)}など多岐にわたり研究されているが、その神経支配に関する研究は自由神経終末と神経束の存在を明らかにした Bonadonna (1957)^{46, 123)}の報告を知るのみである。しかし彼の神経染色法は Seto (1977, 1978)^{125, 126)}の水準と比べれば神経線維と他の結合組織の区別がつきにくく、さらに第 1 章で述べた様な牛陰莖の射精反射機構の特異性を説明するにも不充分である。従って、他の動物の陰莖の神経支配に関する研究と比べれば、かなり多くの研究の余地が残されている。本研究で前述の如く牛陰莖の末

梢神経を染色するのに適した鍍銀染色法を開発しえたので、本章ではこの方法を用いて成牛陰莖の神経支配を明らかにし、同時にいずれの部分に射精をもたらす知覚神経終末が存在するかを究明しようとした。

第2節 成牛陰莖の肉眼解剖学的

観察

成牛陰莖の肉眼解剖学的観察は知覚神経終末の組織学的観察を行う際の基礎となる。しかしその基本になる牛陰莖の観察で家畜解剖学のバイブルと言われている Ellenberger ら(1932)¹⁵⁴⁾の著書にある Böhm の図版や Krölling ら(1960)¹⁵⁵⁾の著書にある Krölling の図版、あるいはそれらを踏襲した Sisson ら(1961)¹⁵⁶⁾、Getty (1975)¹⁵⁷⁾、Hafez (1977)⁸⁰⁾ 等¹⁵⁸⁻¹⁶²⁾の一連の図版は Nickel (1960)¹⁶³⁾ や Ashdown (1974)¹⁶⁴⁾ によるもう一つの権威ある図版と全く違った見解をとっている。すなわち前者のグループでは牛の尿あるいは精液の出口である尿道開口部が左側に記されており、後者のグループでは右側にあるという事になっている。そこで第2

節ではこの点を明らかにし、さらに若干の解剖学的所見と鍍銀染色により得られた神経束の实体顕微鏡的所見を明らかにしようとした。

I、実験材料および方法

金沢市屠畜場(1978年9月まで)ならびに石川県金沢食肉流通センター(1978年10月から1979年9月まで)で得られた15ヶ月令から38ヶ月令のホルスタイン種成雄牛の陰莖10本を材料とした。先ず材料をホルマリンで固定し、水洗後、ノギスで計測した。また肉眼的に陰莖の各部位の観察も行った。次いで前章のごとく新たに開発した鍍銀染色法を施し、实体顕微鏡による神経束の走行状況の観察も行った。一方、陰莖の尿道開口部等の観察は屠畜場のほか、石川県畜産試験場のホルスタイン種雄牛の精液採取時における勃起状態の陰莖についても行った。

II、肉眼所見および考察

Fig. 3に牛陰莖の収縮(A)、勃起(B)時の外皮の配列を示し、さらに陰莖の先端部を右側

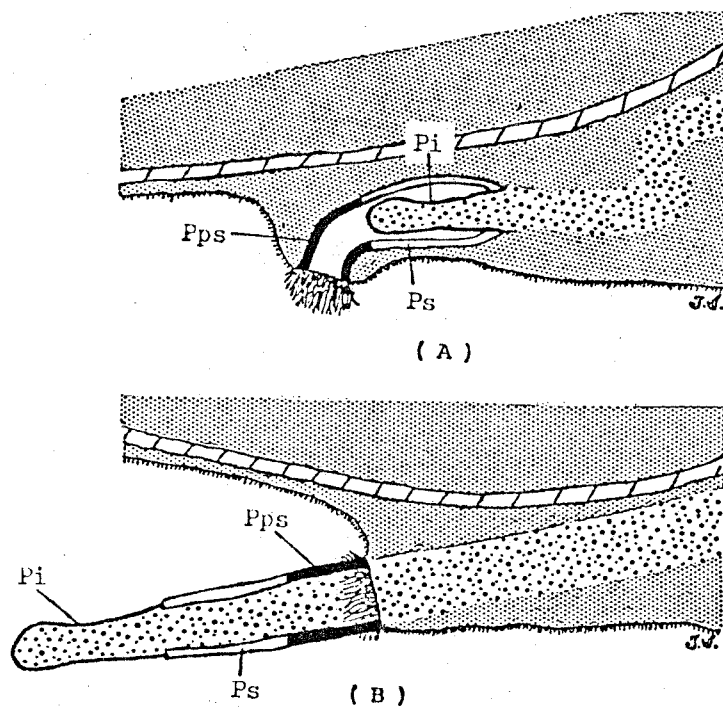


Fig. 3 Schematic representation of arrangement of the integumentary coverings of the bovine penis at rest (A), at protrusion (B). The penis is shown by stippled area.
Pi, Penile integument; Ps, Penile sheath; Pps, Prepenile sheath

(A)、左側(B)および背面(C)、腹面(D)から観察した写生図をFig. 4に示した。なおこれらの図は石川県畜産試験場に繋養されていた種雄牛の精液採取時の観察ならびに屠場材料をもとに描いたもので、尿道開口部は龟头冠の右側に位置している。従ってEllenbergerら(1932)¹⁵⁵⁾等^{80, 156~159)}の観察結果とは異なり、Nickelら(1960)¹⁶³⁾等¹⁶⁴⁾の記載に一致するものであった。これは前者が屠場から得られた牛陰茎のみを用いて観察したために円柱形の牛陰茎の左右の位置関係が不明確になったのではないかと考えられる。さらにFig. 4の(D)に示すように自然交尾の乗駕に際して、軟らかく、知覚神経に富んだ龟头冠の終末隆起部が陰茎先端の腹側に位置していることは雌性生殖器保護という観点から雌牛側にとっても合理的と考えられる。

さてTable 30に本研究で観察した成牛陰茎の各種測定値を示した。この際、陰茎の長さは尿道球腺Gl. bulbo-urethralisの前縁で、陰茎脚Cura

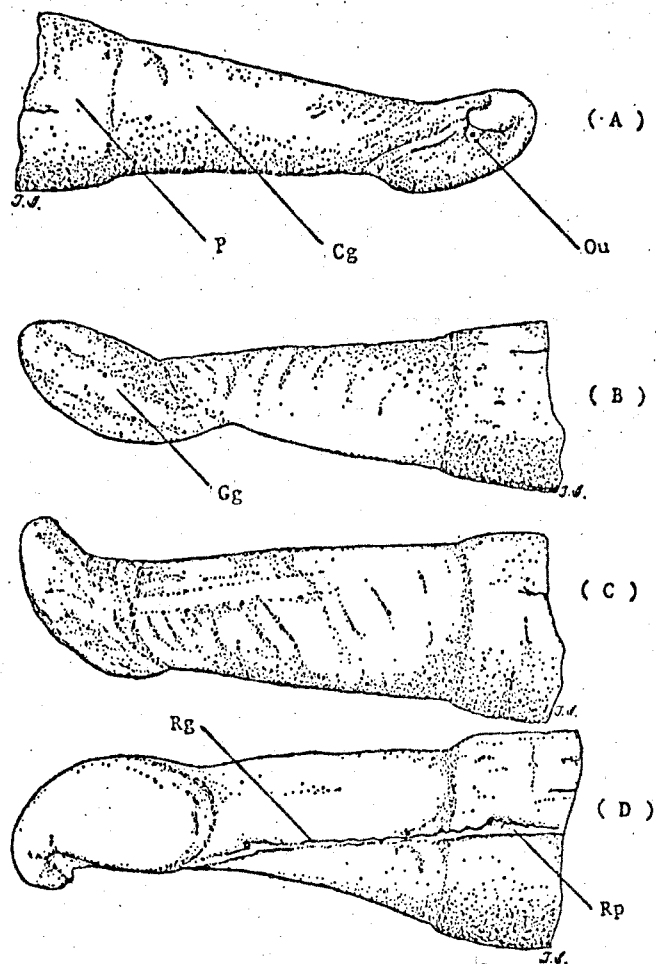


Fig. 4 Schematic drawing of the anterior extremity of bull penis; right view (A), left view (B), dorsal view (C) and ventral view (D).
Gg, Galea glandis ; Cg, Collum glandis ; Rp, Raphe preputi ; Ou, Ostium urethrae ; Rg, Raphe glandi ; P, Preputium

penis の後縁に当る部位から亀頭冠の先端までを S 状曲に沿って測定した。10 例の成牛陰茎の測定値から Table 30 の如く牛陰茎の長さは 70 ~ 102 cm、平均 88 cm であることがわかった。Abdel-Rabuf (1960)⁵⁰⁾ によると 15~16 ヶ月令の若雄牛の陰茎の長さは 78~79 cm であったと報告しているが、一般に成牛陰茎の長さは Sisson (1953)¹⁵⁶⁾、Asdell (1968)¹⁶⁰⁾、Getty (1975)¹⁵⁷⁾ は約 90 cm と報告していたし、Nickel ら (1960)¹⁶³⁾ 等¹⁰⁸⁾ は 90~100 cm、Ellemberger ら (1932)¹⁵⁴⁾ は約 100 cm か、それ以上と記述していた。従ってこの研究で観察された牛陰茎材料は平均 27 ヶ月令と若いために 88 cm とやや短かい値をとったものと考えられる。

Ashdown (1957)⁵³⁾ は正常雄牛と去勢牛における陰茎亀頭の長さ (A) と亀頭冠の長さ (B) の比 (A/B)、および陰茎亀頭基部の直径 (C) と亀頭冠基部の直径 (D) の比 (C/D) を算出し、正常牛の (A/B) 比を 3.61、(C/D) 比を 1.64 と報告している。ちなみにこの研究に用いられた雄牛の値は Table 30 のように (A/B) 比が 2.78 ± 0.644 、(C/D) 比が $1.66 \pm$

Table 30 Size of the bull penis^{a)}

Bull no.	Length of penis (cm)	Length of glans penis (A) (cm)	Length of galea glandis (B) (cm)	A / B	Diam. at base of glans penis (C) (cm)	Diam. at base of galea glandis (D) (cm)	C / D
1	90	8.5	2.8	3.04	2.7	1.7	1.59
2	70	8.8	2.6	3.38	2.4	1.5	1.60
3	85	10.3	3.8	2.71	2.9	1.8	1.61
4	97	10.4	3.2	3.25	3.1	1.9	1.63
5	78	9.5	3.2	2.97	2.7	1.6	1.69
6	86	9.7	3.0	3.23	2.8	1.7	1.65
7	96	9.8	3.4	2.88	3.0	1.8	1.67
8	94	9.7	3.5	2.77	2.8	1.7	1.65
9	102	10.2	3.6	2.83	3.3	1.9	1.74
10	84	9.4	3.4	2.76	3.1	1.8	1.72
<hr/>							
M.± S.D.	88± 9.1	9.6± 0.95	3.3± 0.35	2.78 ± 0.644	2.9 ± 0.24	1.7 ± 0.12	1.66 ± 0.048

a) Glans penis was completely free from the penile prepuce.

0.048 であった。Ashdown (1957)⁵³⁾の結果と比較してみると、 (C/D) 比は正常成雄牛ということになるが、 (A/B) 比はかなり隔りがみられる。Ashdownの分類では (A/B) 比で3.61が正常成雄牛、3.19が去勢牛、2.08が雄子牛ということになり、Table 30の精巢を持った完全な成雄牛はむしろ雄子牛か去勢牛に属することになる。そこでスウェーデン赤白種の陰莖の測定値を報告したAbdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾や水牛の陰莖の測定値に関する報告 (Osmanら, 1971)¹⁶⁵⁾等の数値から各々の比を算出してみたところ、 (C/D) 比はほぼAshdownの値や本実験の結果と同じであったが、 (A/B) 比は2.1~4.5とかなり大きな変異を示した。従って、これらのことからAshdown (1957)⁵³⁾により考察された (C/D) 比による分類は正確であるが、 (A/B) 比による分類は変異が大きく正確な分類は期待できないと考えられる。

次に雄牛の精巢重量を計測したところTable 31の如く右側 $317 \pm 69.5g$ 、左側 $315 \pm 71.6g$ であった。なお3、6号牛の欠測値は精巢の存在を

Table 31 Testis weight of the bull used in the experiment

Bull no.	Age (months)	Weight (g.) ^{a)}		
		Right testis	Left testis	Testes
1	15	232	230	462
2	17	195	184	381
3	24	—	—	—
4	24	324	320	644
5	27	296	291	587
6	28	—	—	—
7	28	372	369	741
8	30	408	411	819
9	36	385	380	765
10	38	326	330	656
M.	27	317.3	314.6	631.9
± S.D.	± 6.9	± 69.5	± 71.6	± 141.1

a) Weight of testis was measured after removal of epididymis.

確認したが計測出来なかったためである。

内部肉眼所見としては典型的な弾性線維性陰茎であること、また陰茎海綿体 *Corpus cavernosum penis* と尿道海綿体 *Corpus spongiosum penis* があり、各々その周囲には強靱な陰茎海綿体白膜 *Tunica albuginea corporum cavernosum* とやゝ発達の悪い尿道海綿体白膜 *Tunica albuginea corporis spongiosi* がとりまいている。

陰茎で観察される主要な神経は仙骨神経叢由来の多くの知覚神経線維を含んだ陰茎背神経である。またその神経は陰茎体においては陰茎背動脈の両側に沿って走っている。しかし同じ陰茎でも陰茎自由端基部よりも遠位端にあたる亀頭頸あるいは亀頭冠では鍍銀染色標本を實體顕微鏡で観察すると、神経束が陰茎海綿体の周囲、特に腹側面にかなり分枝している。陰茎亀頭頸の基部では陰茎海綿体白膜の背面と粘膜上皮の間の粘膜下組織に11~13神経束が、さらに尿道海綿体白膜に左右外側の結合組織中に各々10~17神経束が観察された。

これらの神経束は100~280 μ に達するかなり太いものであった。陰茎の最も遠位端にあたる亀頭冠では、陰茎海綿体周囲の半透明な明るい結合組織層よりなっている終末隆起部に多数の細かく分枝した神経束が陰茎海綿体を中心にして、粘膜上皮に向って放射状に散在している。なお陰茎の長軸に対し直角の組織標本では亀頭冠の神経束は横断面よりもむしろ縦長の斜断面や縦断面で切断されているのが多かった。

以上のことから精液あるいは尿道の出口である尿道開口部は陰茎亀頭冠の右側に位置していることが明らかになった。

牛陰茎の主な神経は陰茎背面に沿って走行している陰茎背神経で、それは遠位端に向って走行し、陰茎亀頭頸では陰茎背面から陰茎海綿体白膜外層の周囲、とくに腹側面に分枝している。亀頭冠ではさらに細かく分枝し、陰茎の長軸に対し、直角に走行する神経束が多くみられた。

第 3 節 成牛陰莖の知覚神経終末に

関する研究

第 2 節で明らかになった肉眼解剖学的所見に加えて、本節では組織学的に牛陰莖の神経支配の状況を明らかにしようとした。特に第 1 章で述べた牛陰莖の射精反射機構の特異性、あるいは第 3 章で明らかにした射精反射の部位的特性と関連のある知覚神経終末、すなわち射精をもたらす知覚神経終末を明らかにしようとした。

I. 材料および方法

A. 供試材料

本章の第 2 節と同じ成牛の陰莖 10 本を材料とした。

B. 研究方法

牛陰莖の末梢神経の染色に適した鍍銀染色法として先に開発した第 4 章の方法を用いて神経支配の状況を観察した。なおヘマトキシリン・エオジン染色とルクソール・ファストブルーによる髄鞘染色を行い、神経支配の状

況を觀察するための補助とした。さらに神経支配の状況を数値的に知るために1神経束中の神経線維の数を一部計数したが、そのうち太い神経束中の神経線維の数は本研究で開発された下記の方法で処理して計数した。

1. 鍍銀染色標本のカバーグラスを外す。
2. 実体顕微鏡で觀察しながら太い神経束を分離針で摘出する。ついで別のスライドグラス上に同じく実体顕微鏡で觀察しながら摘出した神経束を置く。
3. 2. で分離された神経束上に界面活性剤をマイクロピペットで2~3滴、滴下する。
4. $24 \times 24 \text{ mm}$ のカバーグラスを3. の処理を行った神経束上に集せ、左右の親指でカバーグラスを割らないように力を入れて圧する。
5. 前記の如く圧迫して神経束が散在した標本を強拡大の顕微鏡下で觀察する。

II. 組織学的所見および考察

陰莖背動脈と平行に走行している陰莖背神

經は牛陰莖で最も神経線維の走行密度が高い。
 こゝでは500本以上の神経線維を含んだ太い神
 経束が10束以上認められ、これらの神経束中
 には有髓神経線維が過半数含まれていた。豚
 で観察した Endo(1954)¹³³⁾ や山羊の Ohta(1959)¹⁴¹⁾ の報告
 と同様に牛でも有髓性神経線維が6割以上を
 占めていた。これらの神経束は漸次分枝、細
 分化しながら陰莖自由端の亀頭頭から亀頭冠
 へと向かっていた。

陰莖海綿体における神経やその終末につい
 てヒトでは Ohmori(1924)¹³⁾ が、サルでは Lassman(1965
)¹³⁵⁾ 等^{132~134)} がウサギやネコでは Sclavunos(1894)¹⁴⁴⁾ が観
 察しているが、牛には陰莖海綿体にほとんど
 神経線維の侵入がみられない。たゞし例外的
 に陰莖背面より白膜を貫通して陰莖海綿体に
 侵入している細動脈の周囲に2~3本の神経線
 維からなる1~2の神経束を観察するのみであ
 る。ところが牛で陰莖海綿体と呼ばれている
 のは膠様線維性の弾性組織により放射状に形
 成された無数の支柱で構成された部分で、ヒ

トをはじめとする尿管筋肉性の陰茎における陰茎海綿体とは趣を異にしている。⁸⁰⁾しかし牛においても尿管筋肉性の動物における陰茎海綿体に類似した組織が観察された。それは坐骨海綿体筋 *M. ischiocavernosus* によって囲まれた陰茎脚 *Crus penis* の中に存在し、陰茎海綿体脚 *Crus corporis cavernosi penis* と呼ばれている部分である。これは強い結合組織性の陰茎中隔 *Septum penis* により左右に別れていて、陰茎の最も近位端、すなわち基部では左右対称のほど 2.0×0.7 cm の楔形の尿管腔に富んだ海綿体組織を容れている。この組織は約 10 cm 程度遠位端に向かうと左右の太い陰茎海綿体動脈のみになり、海綿体組織は全く消滅する。この陰茎海綿体脚の海綿体組織の中にはヒト等の陰茎海綿体と同じように神経線維が観察された。またこの組織の最も近位端では $50-70 \mu$ の厚い結合組織性の被膜でとり囲まれた直径約 200μ の太い神経束が左右各 2 本づゝ存在していた。なおこれらの神経束は 9 割以上が細い無髄性神経線維

からなり立っていた。

陰茎海綿体白膜では神経線維は Preus (1954)⁴⁹⁾ の分類した3層の白膜のうち縦走性の白膜外層にのみ有髄性神経線維が観察された。しかし、他の内部2層の白膜には全く神経線維の侵入が認められなかった。

尿道海綿体では個々の海綿体洞周辺で1~2束づつ屈曲蛇行しながら尿道に平行して走行しているかなり多くの神経束が観察された。

なおこれらの1神経束中には陰茎基部で5~314本、亀頭頸の近位端で5~41本の神経束を数えた。しかしこれらの神経束の中には知覚性の太い有髄性神経線維はほとんど認められず、山羊に関する Ohta (1959)⁴⁴⁾ の所見と同様に、大部分が無髄性の自律神経線維であった。従って、Timofeew (1896)¹¹⁵⁾ 等^{137, 139)} が犬で、Sclavunos (1894)¹⁴⁴⁾ がハリネズミで尿道海綿体における知覚神経終末を観察しているが、牛ではこのような終末は認められなかった。

尿道の粘膜上皮内への神経線維の侵入を

Rokkaku (1960)¹⁴⁵⁾ がウサギで観察しているが、牛では陰茎基部から遠位端の尿道開口部に至るまでの尿道粘膜上皮内には神経線維の侵入を観察出来なかった。

尿道海綿体を輪状にとりまく薄い白膜と縦走性の陰茎海綿体白膜外層の間の陰茎の左右両側の扇形部分には血管や神経束がかなり観察される。さらに同じ部分でも陰茎自由端の特に亀頭頸に相当する部分では単純分枝性自由神経終末や糸球状の神経終末、あるいは蛇の鎌首型の神経終末棍が観察された。そのう

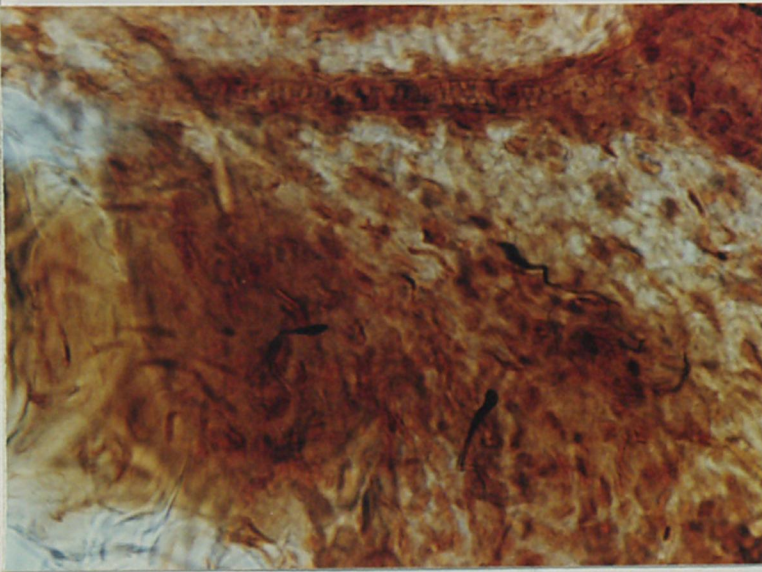


Fig. 5 Cross section of the proximal part of the collum glandis (400). Snake head-like terminal bodies were found between the tunica albuginea of the corpus spongiosum penis and the outer layer of the tunica albuginea of the corpus cavernosum penis.

ち蛇の鎌首型をした終末棍は Fig. 5 に示すとおりで、細長い棍棒状を呈するヒトの結膜固有層の終末棍¹⁴⁾と形

態を異にしており、

牛では勿論他の動物種でもこのよう

な終末棍の存在は報告されていない。

包皮粘膜に分布する神経は陰茎自由端と同様に陰茎背神経に由来するものであるが、陰茎自由端に比べて神経線維の分布は粗である。しかし、1神経束中の神経線維の数は陰茎自由端に比べてかなり多く、粘膜固有層や粘膜下組織を力強く蛇行している。そのためこれらの太い神経束からより細かい神経束へと分枝している状況が時々観察されるが、神経終

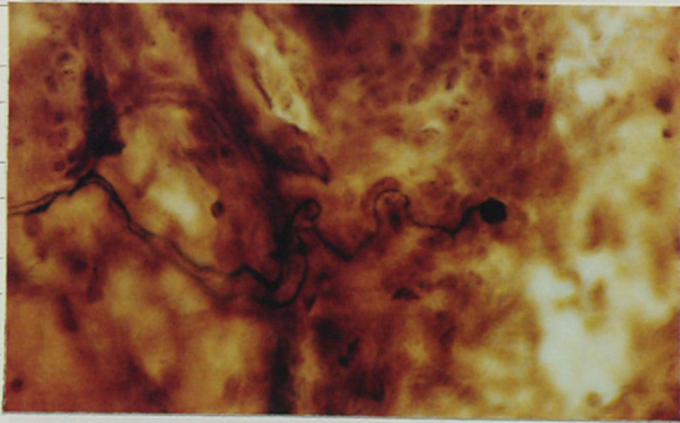


Fig. 6 A round terminal body found in the propria mucosae of the collum glandis (x400).

末は包皮の粘膜における粘膜固有層や乳頭層では陰茎自由端のように多くは観察されなかった。

陰茎自由端の亀頭

頸における粘膜では神経線維がかなり密に分布していた。またその部分の粘膜下組織や粘膜固有層では細い神経束や種々の形態をした神経終末が観察された。例えばFig.6に示すように円形の終末体が亀頭頸の粘膜固有層で観

察された。Endo (1954)¹¹¹⁾等¹²⁵⁾が豚で同じような円形の終末体を報告しているが、牛のように1~2の円形終末体を観察したのではなく、一視野にかなり多くの円形終末体を観察している。さらに牛独特の終末体として Fig. 7 に示すよう

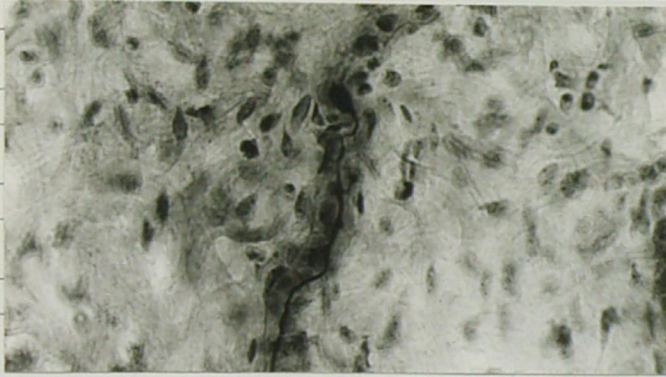


Fig. 7 A sperm-like terminal body found in the propria mucosae of the collum glandis (X 400).

に牛精子の頭部のような長径8 μ 、短径4 μ の長円形の神経終末体が観察された。

この神経終末は亀頭

頸の粘膜固有層に主に存在するが、時として乳頭層の近くに侵入することもある。また、

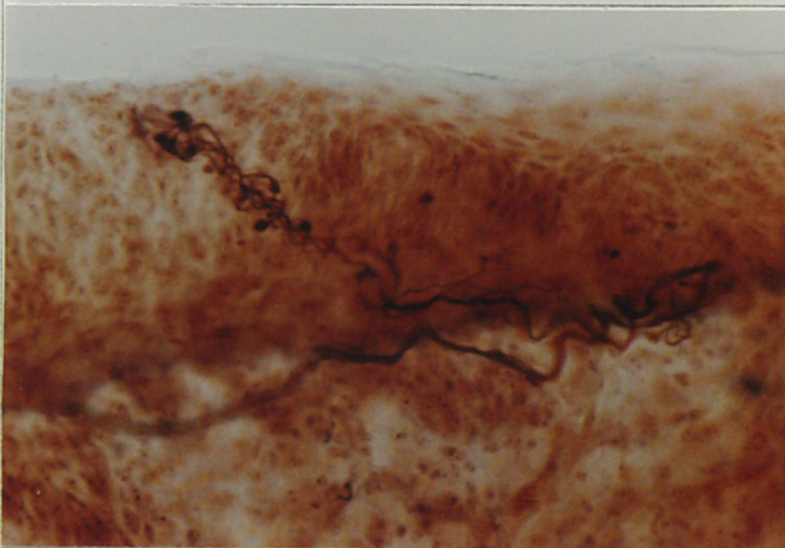


Fig. 8 A specific sensory termination originating from an extremely thick stem fibre found subepithelially in the collum glandis. It has many oval terminal bodies (X 400).

牛陰茎の亀頭頸の粘膜上皮直下の乳頭層において過去に報告のみられない新しい形の神経終末が観察された。

すなわち Fig. 8 に示すように、粘膜固

有層から乳頭層に向けてのびた直径2~3μの有髓性神経線維を源とした神経終末である。

この有髓性神経線維は10本程度の繊細な無髓性の神経枝を乳頭層内にのばし、各々の神経枝の先端に銀好性の5×2~3μの丸味を帯びた終末体を備えている。なおこの神経終末の内棍には瀬戸のいう特殊核¹¹⁾の存在が認められず、非被膜性であることを特徴としている。

同じく亀頭頸の粘膜における乳頭層内ではFig.

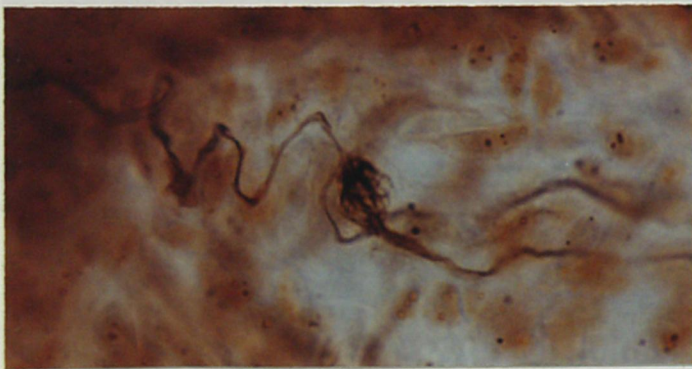


Fig. 9 A berry-shaped terminal body formed by the extension of neurofibril in the papillae of collum glandis (x1,000).

9に示した莓状の神経終末が観察された。

これは太い有髓神経線維から莓状の原線

維性の拡散小体へと

移行したもので、Endo

(1954)¹¹⁾が豚で報告したのと同様の神経終末である。

陰茎の先端にある亀頭冠では粘膜下組織の大部分は維維細胞が粗に分散した網状組織からなる特異な構造を呈し、肉眼的にも組織学

的にも半透明な構造で、その部分によって終末隆起部が形成されている。この龟头冠における半透明な層には知覚性の神経終末がかなり密にしかも縦横に走行している。次いで粘膜固有層ではより細くなった神経束が網目のように密に走行していて、一部は分枝して神経終末を形成している。例えば Fig. 10 に示すよ

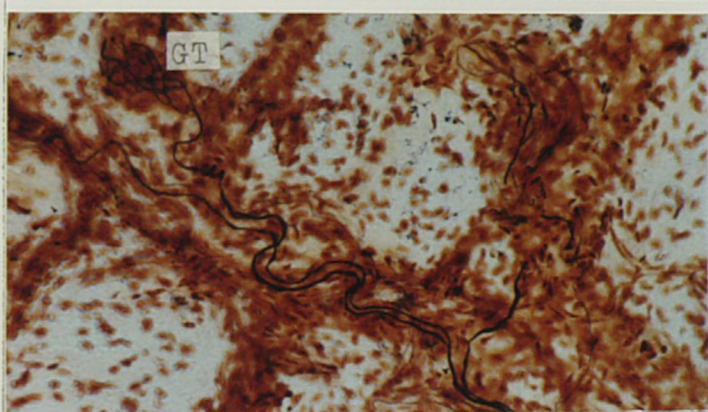


Fig. 10 A glomerular termination (GT) in the propria mucosae of galea glandis (X 200).

うに系球状小体を観察した。この系球状小体は非被膜性であり、知覚幹線維は Fig. 10 に示すようにかなり太い有髄性神経線

維から成っており、系球状配列をして終止している。さらに、

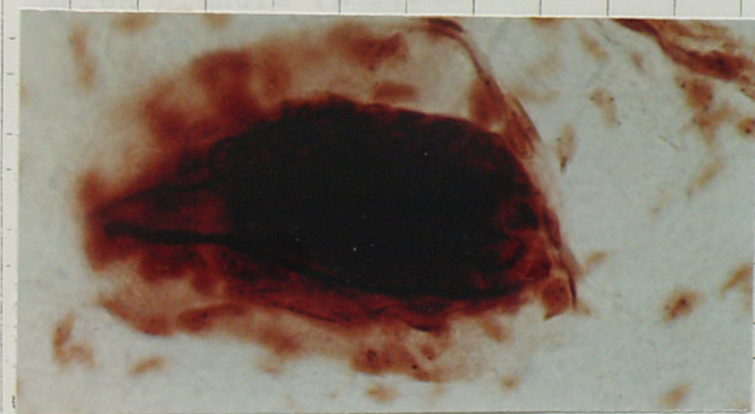


Fig. 11 A genital nerve body (Type I) found in the propria mucosae of the galea glandis (X 1,000).

Dogiel (1893)¹¹²⁾ や Ferrarini (1906)¹³⁰⁾ をはじめとする多くの研究者が各種動物の陰茎で観察した陰部神

經小体は牛でも観察された。龟头冠の粘膜固有層では瀬戸(1957)¹¹¹⁾の分類する陰部神經小体Ⅰ型(Fig. 11)が、また乳頭層では陰部神經小体Ⅱ型(Fig. 12)が観察された。牛における陰部神經小体Ⅰ型はFig. 11に示すように内棍内の全領域内に密に拡散した知覚神經線維が糸球状に配列していて、その周囲を強い結合組織性の被膜が被っている。また内棍は微細顆粒性の

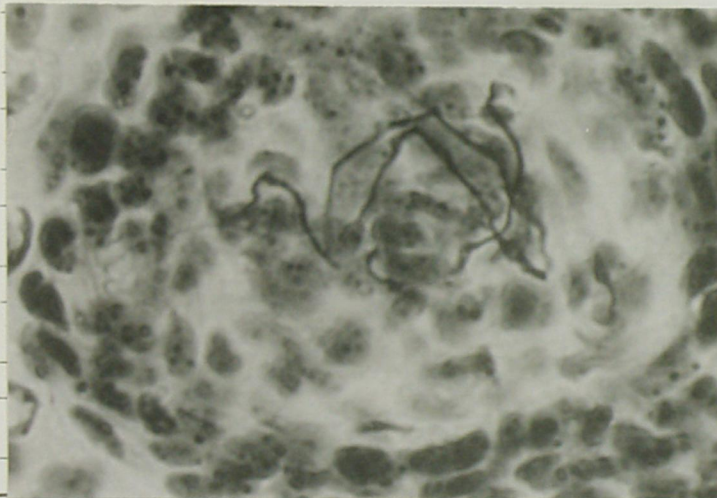


Fig. 12 A genital nerve body (Type II) found in the papillae of the galea glandis (X 1,000).

かつ難染色性の基質と特殊核からなっている。なお牛における陰部神經小体Ⅰ型はヒトでSeto(1939)¹²⁹⁾

や幾井(1949)¹⁶⁶⁾が観察したのと本質的に差

は認められなかった。次いで陰部神經小体は前述の如く龟头冠の乳頭層に認められた。Fig. 12に示すように被膜性で、このⅡ型は分枝状に配列した知覚神經線維が粗に分布している。さらにこの小体Ⅱ型は400倍拡大では見落す程

度の繊細な神経線維から構成されていること
もあるが、一般にはかなり太い神経線維から
なっており、乳頭層の上縁、すなわち上皮直
下にまで伸びている。この陰部神経小体Ⅱ型
もヒトで Seto (1939)¹²⁹⁾ や 幾井 (1949)¹⁶⁶⁾ が観察した
ものとよく似ている。

次に、圧迫感覚の知覚神経終末として知ら
れている Pacini 氏小体は普通の神経終末と異
なり鍍銀染色やメチレンブルー生体染色など
の特殊な方法を用いなくとも、ヘマトキシリ
ン・エオジン染色で識別しうる。ヒト^{113, 127, 167-170)}
ブタ^{137, 139)}等^{133, 141, 145)}の外陰部でこの Pacini 氏小体はよ
く観察されているが、本研究の牛ではヘマト
キシリン・エオジン染色および鍍銀染色のい
ずれによっても全く観察されなかった。この
ことから直ちに、牛陰茎には全く Pacini 氏小体
が存在しないとは言えないが、存在したとし
ても極めて稀であろうと考えられる。従って
組織学的観点からすれば、牛では圧迫刺激が
勃起や射精などの機構にそれ程重要な役割を

果していないと言える。

第3章で牛陰茎の亀頭頸だけを表面麻醉して、射精反射を完全に遮断出来ることを報告した。このことは射精反射をもたらす神経終末の存在部位が亀頭頸で、しかも亀頭頸の深部ではなく表層、すなわち粘膜上皮か、少なくとも乳頭層までに存在することを示唆している。ところで亀頭頸は勿論のこと他の如何なる部位においても粘膜上皮内への神経線維の侵入は観察されなかった。しかし亀頭頸の粘膜上皮直下の乳頭層では3種類の神経終末が観察された。そこで3種類の神経終末のいずれが射精反射をもたらすかという観点から次のように考察してみた。先ず挙げられるのは単純分枝性自由神経終末である。しかしこれは亀頭頸のみでなく亀頭冠をはじめ様々な部位で一般に観察されるので、この終末が射精反射に直接的な役割を果たしているとは考えられない。次いでFig. 9に示した莓状の神経終末であるが、これは豚の亀頭乳頭層で観察さ

れている¹¹⁾。第3章第3節で豚陰莖の亀頭を表面麻酔した際の射精反射におよぼす影響を調べたが、牛とは違って表面麻酔を施しても射精反射を遮断することが出来なかった。従って豚で証明されたように、この莓状の神経終末も射精反射に評価しうる程の役割を演じていないと考えられる。第3番目の知覚性の神経終末として Fig.8 に示すような牛独特の神経終末がある。この神経終末は牛では勿論、ヒトを含めた他の動物種でも今迄に全く観察されてはいない。また既述のように、これは10ヶ程の卵形の終末体を有しており、この終末体が恐らく高性能な知覚性のアンテナとして働き、牛の瞬間的な射精反射に重要な役割を演じているものと考えられる。

以上の観察から牛陰莖には種々の神経終末の存在することが明らかになった。そのうち牛独特の神経終末として次の2つが観察された。一つは亀頭頸の尿道海綿体白膜と陰莖海綿体白膜の間に発見された蛇の鎌首型の神経

終末である。他の一つは亀頭頸の乳頭層で発見された神経終末であり、1本の太い有髓性神経線維から10本程度の細い無髓性線維が分枝し、各々の先端に卵形の終末体を有した神経終末である。

第4節 摘要

牛陰茎における尿道開口部は亀頭冠の右側に位置していた (Fig. 4)。

第4章で考案された鍍銀染色法で15~38ヶ月令の雄牛陰茎10本が観察された結果、次の如く肉眼的所見と組織学的所見を得た。

牛の陰茎背神経は陰茎体では陰茎背動脈に沿って走行しており、亀頭頸に達するとその神経は陰茎海綿体の背面から側面に沿って走行する。陰茎亀頭冠ではさらに多くの微小な神経束に分枝し、陰茎海綿体を取りまく特異的な網状組織層に広がっている。

組織学的には牛陰茎で種々の神経終末が観察された。そのうち牛独特の神経終末として次の2つが観察された。一つは亀頭頸の尿道

海綿体白膜と陰茎海綿体白膜の間に観察された蛇の鎌首型の神経終末である (Fig. 5)。他の一つは亀頭頸の乳頭層で発見された神経終末であり、1本の太い有髓性神経線維から10本程度の細い無髓性線維が分枝し、各々の先端に卵型の終末体を有する神経終末である (Fig. 8)。その他の神経終末として、亀頭頸の粘膜固有層で田形 (Fig. 6) や精子状の終末 (Fig. 7) が観察された。一方亀頭頸の乳頭層では苺状の神経終末 (Fig. 9) が、亀頭冠の粘膜固有層に陰部神経小体Ⅰ型、亀頭冠の乳頭層に陰部神経小体Ⅱ型が観察された。なお単純分枝性自由神経終末は亀頭冠や亀頭頸の乳頭層でしばしば観察されたが、包皮では単純分枝性自由神経終末は稀にみられるにすぎなかった。概して包皮における神経終末は乏しい状況であった。

なお牛陰茎では Pacini 氏小体が全く観察されなかった。

第3章で牛の射精反射をもたらす知覚神経終末が亀頭頸の粘膜上皮か乳頭層、あるいは

包皮の粘膜上皮が乳頭層に存在することを示唆したが、本章の観察から包皮に存在しない事はほぼ明らかとなり、亀頭頸に存在する可能性が強くなった。従ってそのうちで牛以外の動物種で全く観察された事のない神経終末は Fig. 8 に示す神経終末のみであることから、この神経終末が牛の特異的な射精反射をもたらす知覚神経終末であると考えた。

第6章 子牛陰莖における知覚神経

終末に関する研究

第1節 緒言

雄牛における春機発動期前後までの精巣をはじめとする生殖器の発達に関しては Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾ 等^{160, 163, 164, 171~177)} がかなり詳しく研究している。本研究は牛の射精反射機構を神経解剖学的に解明することを目的としているが、子牛陰莖の神経に関する研究は全く見られない。そこで本章では第4章で筆者が開発した鍍銀染色法を用いて、春機発動期までの子牛陰莖の神経やその終末の発達の経過や、第5章で発見された射精をもたらす知覚神経終末がいまだ射精行動の発現していない雄子牛にも既に存在するものか否かについて明らかにしようとした。

第2節 子牛陰莖の肉眼解剖学的

観察

子牛陰莖の肉眼的観察は Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾ 等^{160, 163, 164, 174)} によってかなり詳しく研究されているが、

神経の肉眼的走行に関する報告は全く見られない。そこで本節ではこの点を明らかにし、同時に研究に用いられた子牛の生殖器材料の肉眼的観察を行った。

I. 実験材料および方法

石川県金沢食肉流通センターで得られた2日令から12.5ヶ月令のホルスタイン種子牛の陰茎11本を材料とした。先ず材料をホルマリンで固定し、水洗後、ノギスで計測した。次いで第4章に述べた鍍銀染色法を施し、実体顕微鏡下で神経束の走行状況も観察した。なお屠場材料のほかに石川県畜産試験場繋養の雄子牛についても一般解剖所見の参考として観察した。

II. 肉眼所見および考察

陰茎の計測値はTable 32に示したとおりである。これらは生後2~5日令の子牛5頭、6ヶ月令の子牛3頭、11.5~12.5ヶ月令の若牛3頭の計測値の平均値を示した。

生後2~5日令ではいずれの標本でも Ashdown

Table 32 The postnatal development of the bull penis

Age	No. animal	Penile measurement					
		Length	Glans penis(A)	Galea glandis(B)	A / B	Diam. at base of glans penis	Degree of adhesion
2-5 days	5	cm 27	cm 3.6	cm 1.2 ?f.	3.0	cm 0.7	a.
6 months	3	50	5.0	2.0	2.5	1.7	b.c.d.
11.5-12.5 months	3	75	7.7	2.3	3.3	2.2	e.

a. Glans penis completely adherent to the penile prepuce.

b. Part of the galea glandis free.

c. Galea glandis completely free.

d. Galea glandis and part of the glans penis free.

e. Glans penis completely free from adhesions.

?f. Since the galea is attached to the penile prepuce, no measurements can be given precisely for the newborns.

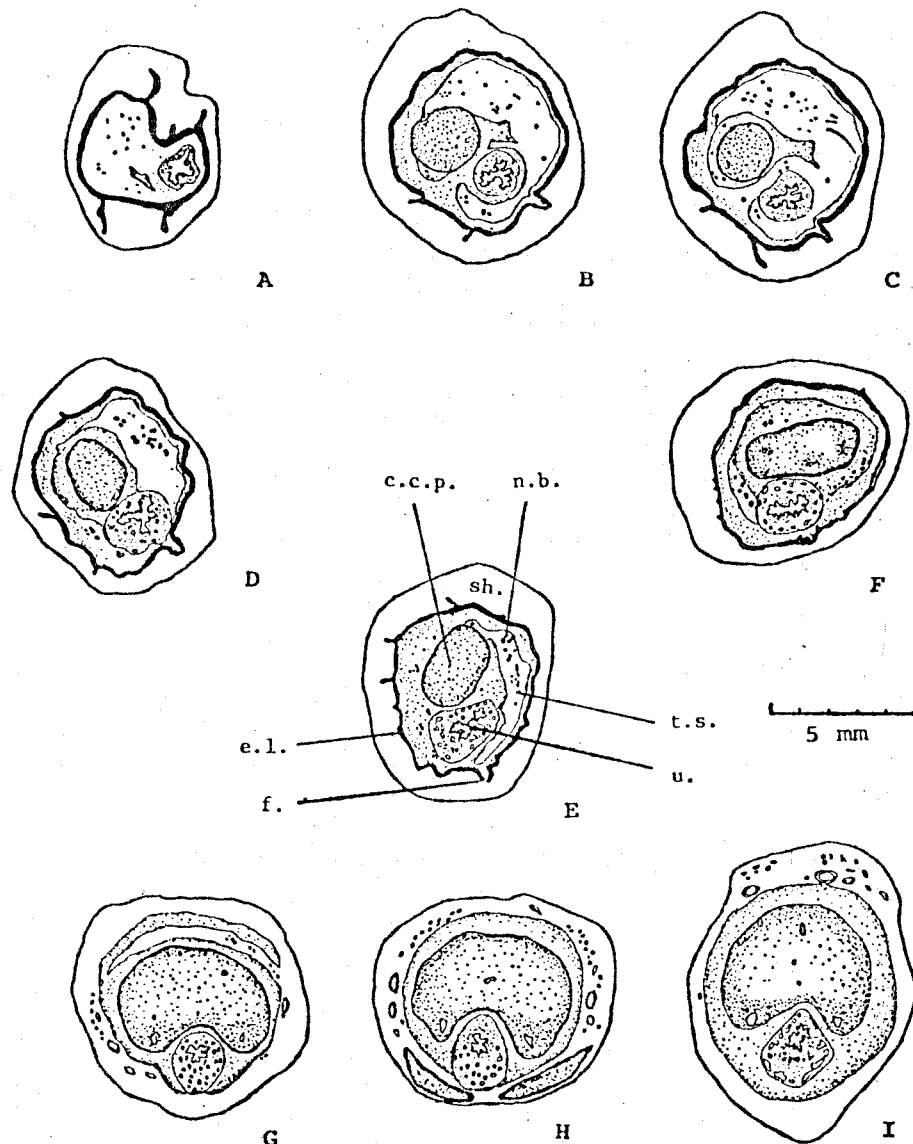


Fig. 13 Transverse sections through the penis and sheath of a 5-day-old bull calf. A-E, through the terminal swelling ; F, through the collum glandis; G-I, through the main body of penis.
c.c.p., corpus cavernosum penis; e.l., ectodermian lamella;
n.b., nerve bundle; sh., penile sheath; t.s., terminal swelling or translucent connective tissue layer; u., urethra, surrounded by the corpus spongiosum penis.

(1960)⁵⁶⁾や Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾の報告と同様に陰茎自由端は外胚葉性層板と結合組織性の小帯によって包皮と強固に癒着していた。そのため Table 32 に示すように亀頭の長さを正確に計測出来なかった。陰茎の長さは5頭平均で 27 cm であったが、これは MacMillan ら (1969)¹⁷⁴⁾の 30.7 cm、Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾の 30 cm とほぼ一致した値であった。

Fig. 13 に 5 日令の子牛陰茎の神経の走行状況を示したが、陰茎の起始部から遠位端の亀頭冠に至るまで肉眼的にはほぼ成牛陰茎の神経の走行状況と同様であった。近位端では Fig. 13 の I に示すように陰茎背動脈に沿って陰茎背神経が 15 本程度走行し、それ以外では肉眼的に神経束はほとんど観察されなかった。しかし H、G と遠位端に進むにつれて、太い神経束が分枝し、細いが肉眼的に観察できる神経束が 20~30 束と増加した。またその分布は陰茎背面から漸次陰茎海綿体白膜の左右両側へと分散していった。次いで陰茎自由端の基部 F、

に入ると神経束は陰茎海綿体白膜外層に沿って広く観察されるようになり、この状況が亀頭冠まで続いていた。なお亀頭冠では断面AからEにかけて存在する透明な結合組織からなる終末隆起部に肉眼的に観察出来る神経束が集中するようになった。

6ヶ月令の牛ではTable 32に示すように雄牛陰茎の包皮との癒着状況は亀頭冠の一部のみが分離したもの(a)、亀頭冠のみが完全に分離したもの(b)、さらに亀頭が完全に分離し、亀頭頸の一部が包皮から分離したもの(d)の3種類が観察された。

次に、包皮と亀頭の癒着が分離してゆく状況について Deibert (1933)¹⁷⁸⁾ がヒトで亀頭の遠位端と近位端の両方から始まり、真中で分離が完了すると報告しているが、牛では Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾ によると亀頭の左側から始まり、完全に分離するまで後方に続くと報告している。

ところが本研究における観察ではFig. 14に示すように陰茎亀頭冠や亀頭頸のむしろ右側から

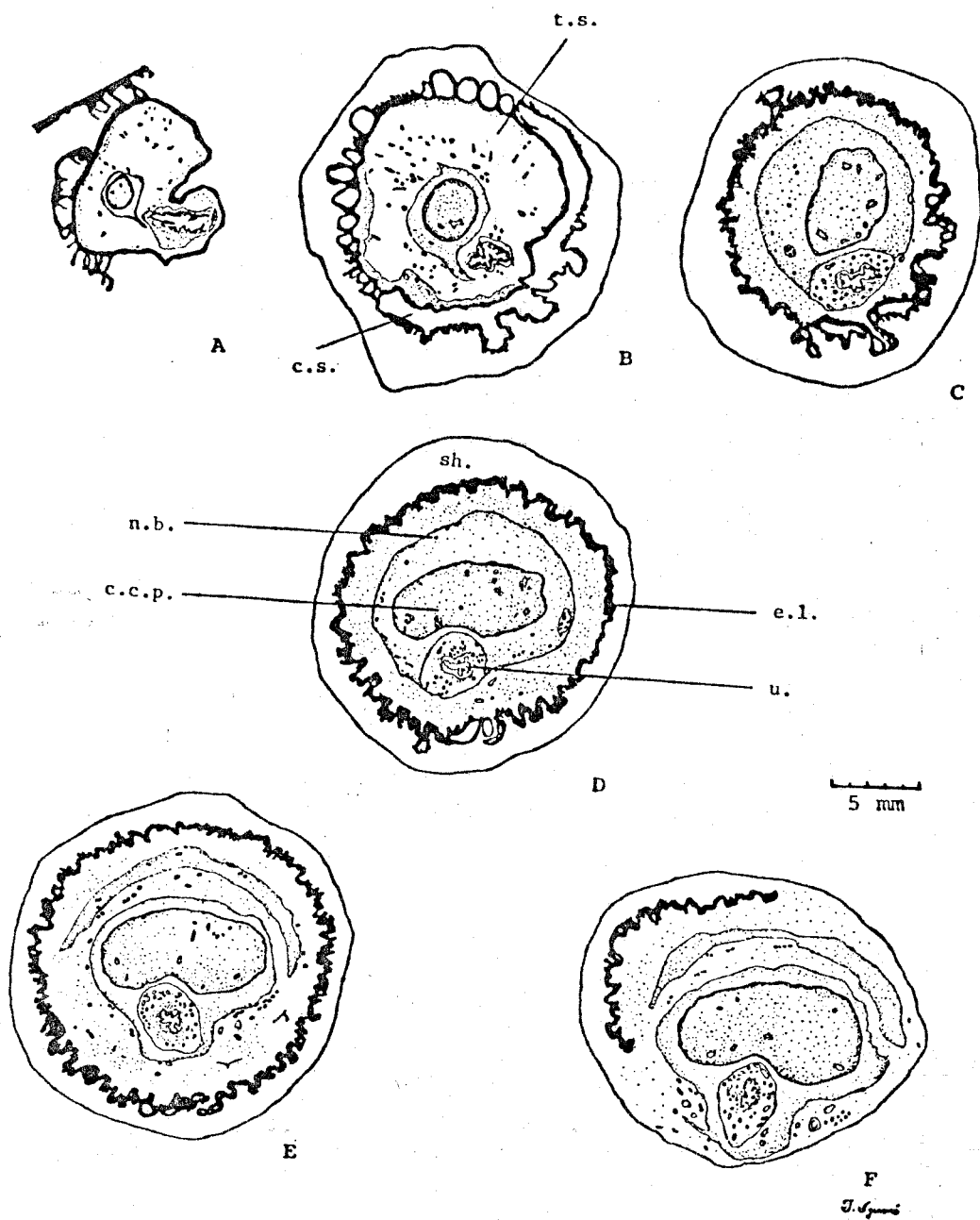


Fig. 14 Transverse sections through the penis and sheath of a 6-month-old bull calf. A-B, through the terminal swelling; C-E, through the collum glandis; F, through the base of the free end. Abbreviations are as in Fig.13 except for c.s., cavity of sheath.

分離し始めていた。すなわち亀頭頸の近位端(D)では小帯のある腹側のやゝ右側に空隙があり、それより遠位端の亀頭頸(C)では小帯の周囲の腹側部分とそれに続く右上側の外胚葉性層板部に多数の直径1 mm程度の小空隙がみられた。さらに遠位端の亀頭冠(B)では腹側から右側にかけて外胚葉性層板に一つの大さな空隙が形成され、しかもその部にあった小帯はそれぞれ包皮縫線と亀頭縫線へと変化していた。またより先端部の亀頭冠の遠位部(A)では左側がまだ幾分包皮と癒着しているが、右側ではほぼ完全に包皮から分離していた。これらの所見は同じ6ヶ月令の他の陰茎や石川県畜産試験場繋養の雄子牛でも確認された。これらの所見は Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾ が左側から分離が始まるとした報告と異なる。

Table 32 に 6ヶ月令の子牛陰茎の計測値を示したが、陰茎の全長は 50 cm で Abdel-Raouf (1960)⁵⁰⁾ や MacMillan ら (1969)¹⁷⁴⁾ の所見より 5 cm 程度短かった。しかし精巢重量は右 49 g. 左 50 g. で、彼

等の計測値とほぼ一致していた。

6ヶ月令の子牛陰茎の神経の肉眼的走行状況は成牛や前述の2~5日令の子牛と同じ所見であった。たゞ亀頭冠の終末隆起部の神経束の発達状況は成牛に近く、2~5日令子牛と比べてかなり著しい発達が肉眼的に観察された。なおその状況はFig.14のBに示すように、神経束の断端が陰茎海綿体を中心にして半透明な終末隆起部を放射状に走行するのが特徴である。

11.5~12.5ヶ月令の若牛陰茎は外観上全く成牛と同じで、包皮は完全に亀頭頸から分離していた。また精巢断面からは乳白色の精液様浸出液が観察された。11.5~12.5ヶ月令の陰茎の計測値はTable 32に示す通りである。陰茎全長は75 cmでAbdel-Raoufの値より2 cm程度長く、MacMillanらの値より6 cm程度短かった。一方12ヶ月令の精巢重量についてはVan-Demarkら(1964)³³⁾がTDN 60%水準で93 g、TDN 100%水準で197 g.に成長することを報告しているが、本供試牛の

値は163g.(右)、と166g.(左)であり、やゝ発達は悪いようであった。11.5-12.5ヶ月令の若牛陰莖の神経の肉眼的走行状況は成牛の場合とほとんど同じであった。詳細は第5章、第2節で説明した。

以上のことから陰莖の包皮からの分離は龟头冠右側からおこり順次近位端へと小帯に沿って進むことが明らかとなった。

神経の肉眼的走行状況はいずれも成牛と相似しているが、龟头冠における終末隆起部の神経束は肉眼的には生後6ヶ月までの間に著しい発達が観察された。

第3節 子牛陰莖の知覚神経終末に

関する研究

ヒトの春機発動期前の生殖器の神経終末に関する研究はMalinovskyら(1973)¹⁶⁸⁾等^{113,129)}によって詳しく報告されているが、子牛に関する報告は全く見られない。そこで本節では第4章で述べた鍍銀染色法を用いて子牛陰莖の神経やその終末の発達分布状況、あるいは第5章

で発見した射精をもたらず知覚神経終末が射精前の、すなわち春機発動期前の子牛にも存在するか否かを明らかにしようとした。

I. 材料および方法

材料は2-5日令の牛陰莖5本とそれぞれの精巢、および6ヶ月令子牛陰莖3本とそれぞれの精巢が用いられた。

染色には牛陰莖の末梢神経を染色するのに適した鍍銀染色方法を用いて神経支配の状況を観察した。補助的染色としてヘマトキシリン・エオジン染色を行った。神経支配の状況を数値的に把握するために陰莖の各横断面で神経線維の数を第5章、第3節で述べた筆者の方法で計数してみた。計数された横断面はFig. 1に示す5日令の子牛陰莖ではAからFとH、Iの8ヶ所であり、6ヶ月令子牛陰莖ではFig. 2に示すAからFの6ヶ所、すなわち陰莖自由端部だけについて計数した。なお神経の計数に用いられた5日令子牛の陰莖は全長20 cmで、各横断面は各々先端からA: 0.4 cm; B

: 0.8 cm ; C : 1.2 cm ; D : 1.6 cm ; E : 2.0 cm ; F : 3.5 cm ; G : 5.0 cm ; H : 8.0 cm ; I : 16 cm であり、6ヶ月令子牛の陰莖は全長50.5 cmで、各横断面は先端から各々 A : 0.3 cm ; B : 1.3 cm ; C : 2.3 cm ; D : 3.5 cm ; E : 4.6 cm ; F : 4.9 cm であった。

II、結果および考察

2~5日令の子牛陰莖の組織学的特徴は陰莖自由端が包皮との共通上皮である外胚葉性層板によって被われていること、その上皮直下に成牛で普通に観察される乳頭層が全く発達していない事である。そのため成牛ではその乳頭層内に種々の特殊神経終末を観察したが、2~5日令の子牛陰莖では乳頭層が発達していないため、特殊神経終末は全く観察されなかった。たゞ Fig. 15 に示す自由神経終末が観察されたにすぎない。

6ヶ月令の子牛陰莖では外胚葉性層板に上皮真珠^{50,56)}が観察され、包皮と陰莖自由端とが分離し始めた。また上皮直下にかなり乳頭



Fig. 15 Simple ramified termination in the collum glandis. 5-day-old bull calf (X 100).

層が発達してきた。

しかし、自由神経終

末はもちろん観察さ

れるが、その他の神

経終末は依然観察さ

れなかった。

ところで子牛陰茎

の神経走行における特徴として、上皮内に神

経が侵入していることが挙げられる。この際

上皮とは亀頭と包皮の共通上皮である外胚葉

性層板をさすが、2~5日令の子牛では亀頭冠

や亀頭頸でかなり上皮内への神経線維の侵入

を観察した。また単に自由神経終末が上皮内

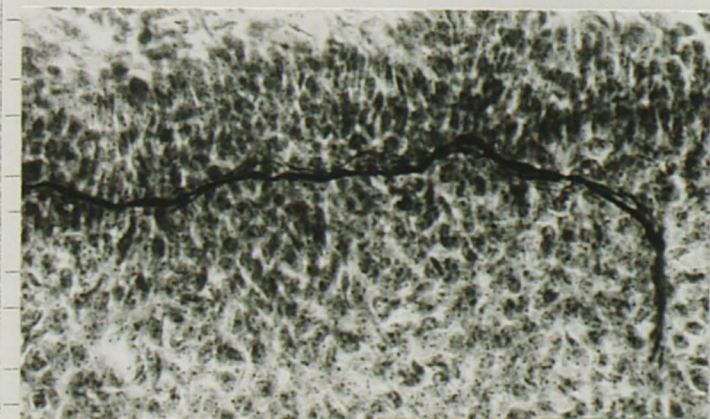


Fig. 16 Intraepithelial nerve fibres seen in the common epithelium to the inner plate of preputium and the collum glandis. 5-day-old bull calf (X 400).

に侵入しているのみ

でなく、Fig. 16に示す

ような太い有髄性神

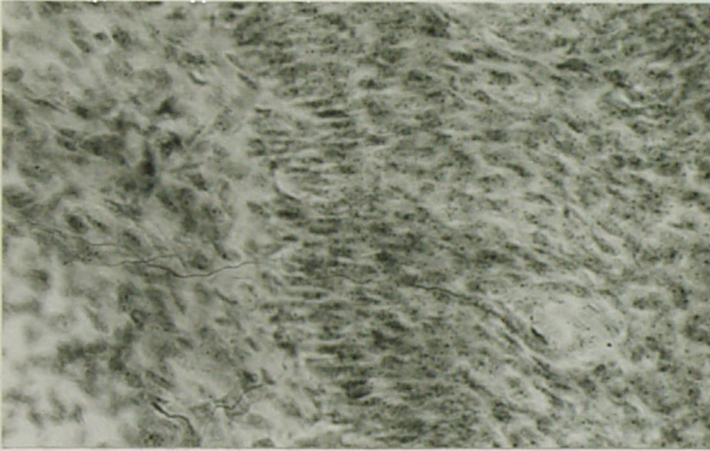
経線維が共通上皮内

に発見された。一方

6ヶ月令の子牛陰茎

の標本では亀頭冠部

がほとんど包皮から分離しており、分離の進んだ部位では神経線維の侵入を見なかったが、分離のあまり進んでいない亀頭頸部においては2~5日令の子牛程ではないがFig.17に示すとおり稀に共通上皮内に自由神経終末の終末枝



の侵入が観察された。Yamada (1951)⁽¹⁷⁰⁾

は10ヶ月令のヒト

胎児陰核で、Seto

(1939)⁽¹²⁹⁾は7ヶ月令

のヒト胎児陰茎亀

頭でそれぞれ共通

Fig. 17 Intraepithelial nerve fibres seen in the common epithelium to the inner plate of preputium and the collum glandis. 6th month bull calf (X 400).

上皮内に神経線維の侵入を観察している。しかし Seto (1957)⁽¹⁷¹⁾によるとヒトでは上皮内への神経線維の侵入は胎生期に限った事で、生後は全く見られないとのことである。従って牛陰茎における上皮内神経線維が生後6ヶ月令であっても観察された事は特異的であると言えよう。

精巢の組織学的検索を行ったところ、5日

令の子牛では精細管腔は小さくて、勿論精子は観察出来なかった。一方6ヶ月では精細管腔が広くなっていて精祖細胞、精母細胞、精娘細胞が認められた。しかし精子細胞は認められなかった。以上の所見は Hooker(1944)¹⁷⁵⁾等^{50,172)}とほぼ一致していた。ところで初回射精の年令を Bakerら(1955)¹⁴⁾は39週令、 Killiamら(1972)¹⁷¹⁾は42±4週令、 Flipseら(1961)³⁷⁾は45週令と述べているが、筆者が石川県畜産試験場の雄子牛2頭を観察したところ1頭は43週令で求偶欲が見られたが、包茎で射精出来ず、45週令で射精した。他の1頭は43週令で射精がみられた。従って、6ヶ月令では射精はほとんど不可能であり、9~10ヶ月令ぐらいで初回射精がおこるものと考えられる。

子牛陰茎の神経を各横断面毎に計数してみたところ、下記のような結果が得られた。先ず5日令の子牛では Fig.13 の陰茎体横断面 I. (全長20 cmの陰茎の先端から16 cmの部位) では66神経束が認められ、その中に9,314本の神経線

維があった。またその神経束のうちの24%にあたる16神経束によって陰茎背神経が形成されており、その中に8,534本(全神経の92%)の神経線維が入っていた。なおその内の70%は有髄性神経線維であった。一方、陰茎体中の尿道海綿体には29神経束が認められ、122本の神経線維を数えた。そのうちの63%が無髄性であった。次にFig.13の陰茎体横断面H(先端から8cmの部位に陰茎下端に陰茎後引筋が見られる)では159神経束があり、その中に9,696本の神経線維が認められた。そしてこの部分の陰茎背神経は全体として左右両側に広がっていて、全神経束中の12%にあたる19神経束からなっており、神経線維はその中に全神経線維中の53%(5,094本)を含むにすぎなかった。これは横断面I.と比べ3,440本も減少しているが、この原因は陰茎海綿体白膜周囲の外輪走筋内に陰茎背神経の分枝が分散したためと考えられる。次に陰茎自由端基部にあたる横断面F.(先端から3.5cm)では119神経束

中に5,014本の神経線維を容するだけとなった。これはこの部分から神経線維の半分近くが包皮に枝分れしたためである。なおこの横断面Fより遠位端の神経の走行に関しては6ヶ月令の子牛とともにFig. 18、19、20、21に示した。先ずFig. 18に亀頭の各部位の神経線維の数の推移を示した。その結果、亀頭頸では6ヶ月令になるまでに各横断面で2,000本程度の神経が増加していた。一方最先端部の亀頭冠ではさして増加しなかった。次にFig. 19に陰茎の神経束の推移を示した。その結果、5日令の亀頭頸ではそれ程神経束が分枝せず、むしろ亀頭冠のAの横断面で最も多くの神経束が観察された。一方6ヶ月令では亀頭頸でかなり神経束が増加し、しかも5日令の約3倍近くになっていた。しかし亀頭冠の先端に近いAではそれ程増加が認められなかった。Fig. 20では1神経束中の神経線維の数を示したが、5日令の方が6ヶ月令のものよりも1神経束中に多くの神経線維を含むことが知られた。この事

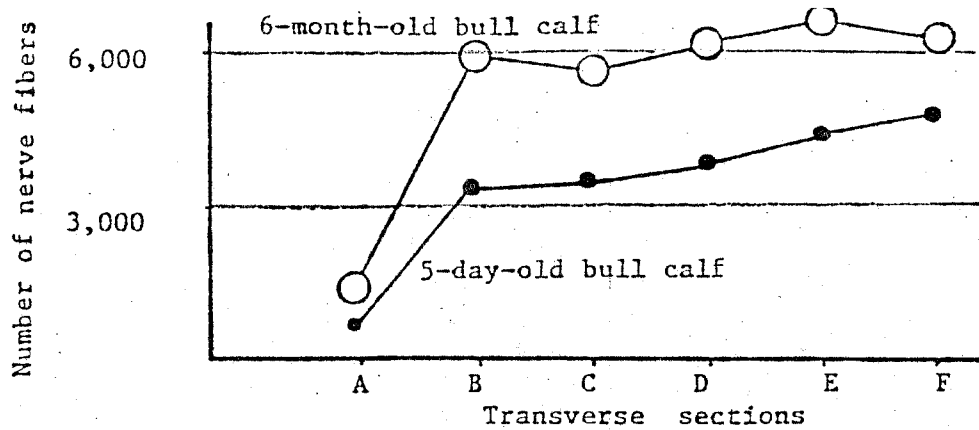


Fig. 18 Number of nerve fibers in each transverse section.

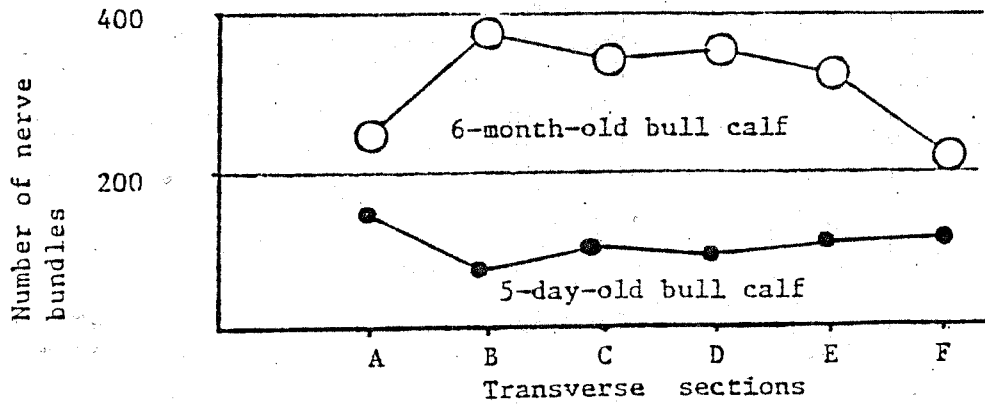


Fig. 19 Number of nerve bundles in each transverse section.

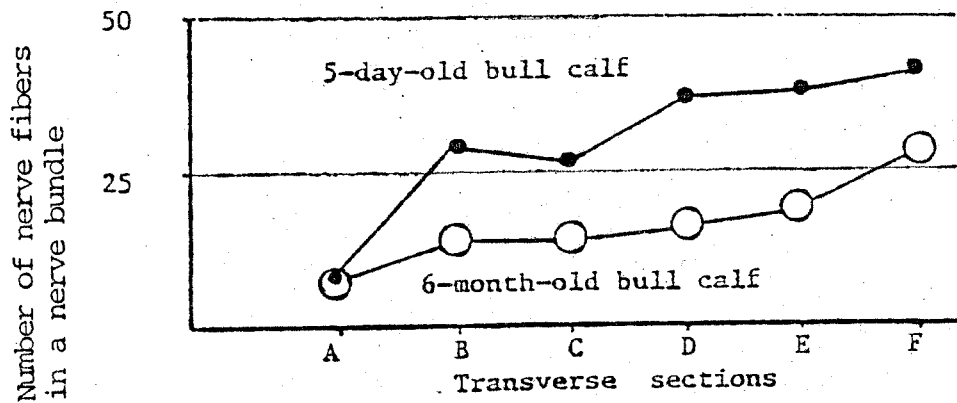


Fig. 20 Number of nerve fibers in a nerve bundle in each transverse section.

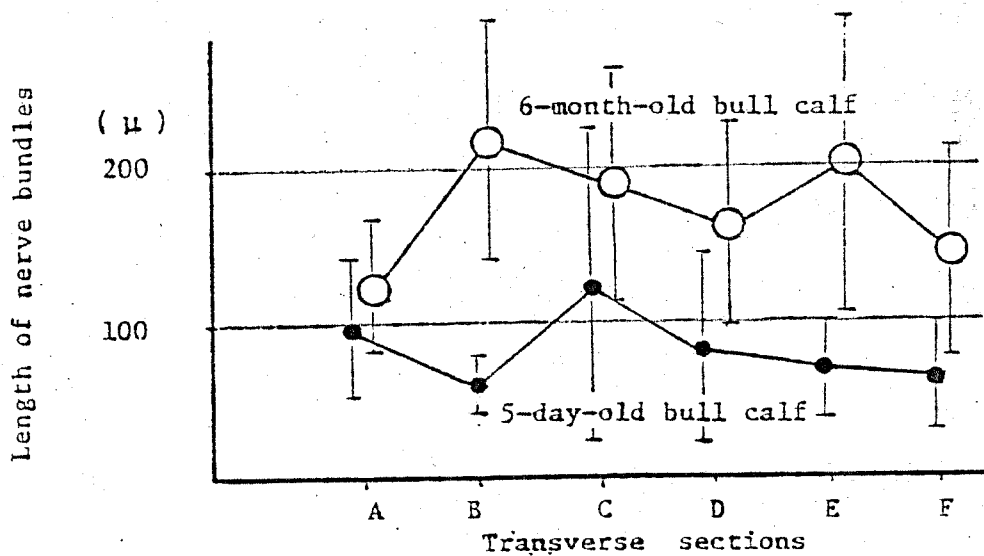


Fig. 21 Length of nerve bundles in each transverse section.

は6ヶ月令になるとより多く神経束が分枝して感受性を高めようとしているためと考えられる。特に亀頭頸における1神経束中の神経線維の数の減少は著しい。Fig.21は各横断面における神経束の長さを示したものであるが、6ヶ月令の方が5日令よりもよく発達している事を示している。これも特に亀頭頸E.でかなりの発達が認められた。なお神経線維数の計測を12ヶ月令についても試みたが、あまりにも複雑であるため、断念した。

Weissら(1951)¹⁷⁹⁾はホルモンが神経細胞の成長に直接働くことを実証し、Beachら(1950)¹⁴⁸⁾等¹⁴⁹⁾はアンドロジェンの欠除によりラット陰茎の触覚神経小体が消失し、触覚刺激に対して鈍感になると報告している。ところでこの研究に用いられた牛の材料では5日令子牛の精巢間質には間質細胞が見られず、6ヶ月令子牛でLeydig細胞に近い細胞が間質に観察され、アンドロジェンの分泌を予測させた。一方牛の血漿中テストステロン含量はRawlings(1972)¹⁸⁰⁾

によると生後1ヶ月令より検出来、Footeら(1976)¹⁷³⁾によるとそれらが6~7ヶ月令まで年令のすゝむにつれて増加し続けるとのことである。従って今回の子牛陰茎の神経を計数した結果から神経線維の数が6ヶ月までにかなり増加し続けたのはアンドロジェンが関与した結果であると考えられる。一方特殊神経終末が6ヶ月令で観察されなかったが、継続したアンドロジェン分泌により9~10ヶ月令の初回射精時には特殊神経終末が形成されることになると思われる。

第4節 摘要

陰茎の包皮からの分離は亀頭冠の右側からおこり、順次近位端へと小帯に沿って進むことが明らかになった。

組織学的所見として、5日令子牛の陰茎は乳頭層が全く発達せず、自由神経終末を観察するのみで特殊な神経終末は全く観察されなかった。6ヶ月令子牛の陰茎では乳頭層が発達していたが、神経終末は5日令子牛と同様

に特殊な神経終末を観察出来なかった。また
上皮内神経線維が6ヶ月令まで観察された。

神経線維や神経束の数は5日令から6ヶ月
令の間に各横断面で増加していたが、1神経
束中の神経線維の数は5日令の方がかなり多
く、成長につれて減少した。また亀頭頸にお
ける神経線維や神経束の数の増加、あるいは
1神経束中の神経線維数の減少が著しく、そ
の部分における神経的発達の著しい事を示し
ていた。

6ヶ月令精巣では精細管腔はかなり広くな
り、精娘細胞が認められた。またこの時期に
間質にはLeydig細胞に近い細胞が出現した。

第 7 章 総括

牛における射精反射機構は Seidel や Bonadonna
らが明らかにしたように極めて特異的である。
Wilcox らは全廃用種雄牛のうちで精液が満足に
採取出来ないために処分されたものが約 10 %
存在すると報告しているが、これを改善し、
さらに精液採取業務の効率化を図るためには
牛の射精反射機構を神経解剖学的に解明する
必要がある。しかしこれ迄にこの種の研究は
ほとんどみられない。そこで先ず牛の性欲や
射精反射に聴覚、嗅覚や視覚などの大脳皮質
に関係する刺激がどのように影響するかを系
統的に明らかにした。次いで末梢的には陰茎
のどの部分に射精反射をもたらす受容器が存
在するかを明らかにした。さらに牛陰茎の末
梢神経を染色するための鍍銀染色法を考案し、
それにより牛の射精反射をもたらす神経終末
を究明し、牛陰茎の末梢神経の発達分布状況
を明らかにした。得られた結果の大要は次の
とおりである。

I. 大脳皮質に關係する刺激が射精反射機構

に及ぼす影響に關する研究

1. 雌牛の鳴き声による聴覚刺激は性的反応時間を短縮することが明らかになった

($P < 0.01$)。しかし雌牛の鳴き声は精液量や

その性状に有意な影響を及ぼさなかった。

2. トラックタの騒音(約 85 phon)による聴

覚刺激は個体差があるが、性的反応に對

し抑制的に働くことがわかった。しかし

トラックタの騒音は精液量や精液性状に

對しては有意な影響を及ぼさなかった。

3. ヒトの怒声による聴覚刺激は性的反応

に對し抑制的に働く場合と、促進的に働く

場合の相反する2つの場合のあること

がわかった。抑制的に働く場合では性的

反応時間が遅延し($P < 0.01$)、場合によっ

ては集罵拒否や脅えさえもみられた。一

方促進的に働く場合では第1回射精まで

の性的反応時間が半分に短縮された(P

< 0.01)。

4. 発情雌牛の頸管粘液や尿による嗅覚的刺激は一部の種雄牛に対し性的興奮をおこさせた。しかし全く影響を受けない種雄牛が5割以上存在した。

5. 一部の種雄牛にとって発情粘液が性的反応時間を短縮させるのに有効であったが、一般には性的反応に有意な影響を及ぼさなかった。

6. 視覚刺激が射精をはじめとする性的反応に強く影響することが例証された。しかし射精反射過程における性的反応は個体差が大きく、各雄牛における性的反応と精液量や、その性状の関係を調べた結果、以下の3型に分類されることが明らかになった。

a. I型の種雄牛は性的準備期間が長い程、精液量が多かった。I型に属す種雄牛が一般的で最も多い。

b. II型の種雄牛は性的反応時間に関係なく良好な精液が得られた。

C、Ⅲ型の種雄牛は採取場における性的準備が長い程、精液の量や質が低下する。この型の種雄牛では牛舎から引き出された時点ですでに視覚的な性的準備過程に入っていると考えられる。従って採取場に到着してからは乗駕抑制等の新たな視覚的刺激を必要としない。

II、射精反射をもたらす知覚神経終末装置の所在に関する研究

1、マスターベーションの際に牛陰茎の亀頭冠はいずれにも接触しない。従って亀頭冠には射精反射をもたらす知覚神経終末が存在しないと推察される。一方マスターベーション中に亀頭頸または近位端が胸垂部分に強く接しており、その部分に射精反射をもたらす知覚神経終末が存在すると考えられる。

2、マッサージを陰茎亀頭冠あるいは Pre-penile sheath に施しても射精反射が認められなかった。一方亀頭頸にマッサージを

加えると射精反射を示した。しかし同時に包皮に対しても瞬間的にマッサージの加えられた可能性もある。

3. 人工腔の温度 18°C では全く射精反射が認められなかったが、 40°C では射精した。このように単なる接触刺激が射精をもたらしのではなく、温度刺激が重要な役割を果たしていることが例証された。

4. Lidocaineによる亀頭冠の表面麻酔により射精反射の遮断が起らなかった。一方亀頭頸の粘膜上皮に表面麻酔を施すと射精反射の遮断が起った。しかし、この場合同時に包皮の亀頭頸に近い部分にも麻酔された可能性がある。

5. 豚では粘膜上皮を表面麻酔しても射精反射の遮断が起らなかった。

以上の実験結果から牛陰茎における射精反射をもたらし知覚神経終末が亀頭冠あるいはPrepenile sheathには存在せず、亀頭頸あるいは包皮に存在することが明らかになった。

Ⅲ. 牛陰莖の末梢神経のための鍍銀染色法の

考案

牛陰莖の末梢神経線維を染色するために瀬戸氏鍍銀染色法を改良した。その方法は下記のとおりである。

ホルマリンで3ヶ月以上固定された材料を一昼夜水道水で水洗し、蒸留水中に2時間浸漬したのち、30~50 μ の凍結切片とした。遮光された20%硝酸銀溶液中に2日間浸漬したのち蒸留水で10秒間水洗し、軟水を用いて作られた20%中性ホルマリン液に5回とおした。次に1~5秒間軟水中に材料を浸漬したのちアンモニア銀液に2~10分、暗褐色になるまで浸漬した。その後蒸留水を2回とおし、0.1%塩化金液に30~60秒浸漬、鍍金してから蒸留水で軽く水洗し、10%チオ硫酸ナトリウム液中で30~60秒間定着させた。最後に蒸留水を3回とおして、上昇アルコールで脱水し、透徹、バルサム封入した。

なおこの染色法は牛陰莖の末梢神経線維や

終末にとって優れた方法である。

IV. 成牛陰莖における知覚神経終末に関する研究

成牛陰莖10本を用いて鍍銀染色法で染色された。

1. 肉眼的所見、牛の陰莖背神経は陰莖体では陰莖背動脈に沿って走行しており、龟头頭に達するところの神経は陰莖海綿体の背面から側面に沿って走行していた。

陰莖龟头冠ではさらにより多くの、より小さな神経束に分枝し陰莖海綿体を取りまく特異的な網状組織層に広がった。

2. 組織学的所見、牛特有の神経終末として次の2つが観察された。一つは龟头頭の尿道海綿体白膜と陰莖海綿体白膜の間に観察された蛇の鎌首型の神経終末である (Fig. 5)。他の一つは龟头頭の乳頭層で発見された神経終末である。これは1本の太い有髄性神経線維から約10本の細い無髄性線維が分枝し、それぞれの先端

に卵型の終末体を有した神経終末である (Fig. 8)。その他の神経終末として亀頭頸の粘膜固有層に円型 (Fig. 6) や精子状 (Fig. 7) の神経終末が観察された。一方亀頭頸の乳頭層では苞状の神経終末 (Fig. 9) が、亀頭冠の粘膜固有層に陰部神経小体 I 型、亀頭冠の乳頭層に陰部神経小体 II 型が観察された。なお自由神経終末は亀頭冠や亀頭頸でよく観察されたが包皮では稀にしか発見されなかった。包皮における神経終末の存在は極めて乏しかった。牛陰茎では Pacini 氏小体は全く観察されなかった。

以上の観察結果から、牛独特で、しかも粘膜上皮に存在する神経終末は Fig. 8 に示す神経終末だけである。従ってこの神経終末が牛の特異的な射精反射をもたらす知覚神経終末であると考えられる。

V. 子牛陰茎における知覚神経終末に関する研究

5日令と6ヶ月令の子牛陰莖では自由神経終末を観察するのみで、特殊神経終末は観察されなかった。陰莖の神経線維や神経束の数は5日令から6ヶ月令の間に増加した。しかし1神経束中の神経線維の数は5日令の方がかなり多く、成長につれて減少した。5日令から6ヶ月令の間における神経的発達は亀頭頸で最も著しかった。

謝辞

稿を終るに当り、暖かい御指導と御校閲を賜わった恩師京都大学教授入谷明博士に深甚の謝意を表する。また本研究の遂行上有意義な助言と御指導をいただいた京都大学教授石橋武彦博士に深く感謝する。

なお本研究の遂行に当り御協力頂いた関係各位に深謝する。

引用文献

- 1) Hafez, E.S.E. (1969). Analysis of ejaculatory reflexes and sex drive in the bull. *Cornell Vet.*, 50:384
- 2) Bane, A. (1954). Studies on monozygous cattle twins. XV. Sexual functions of bulls in relation to heredity, rearing intensity and somatic conditions. *Acta Agric. Scand.*, 4:95
- 3) Hansson, A. (1956). Use of monozygous cattle twins in reproductive studies. *Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod.*, Plenary Papers:112
- 4) Olson, H. H. and Petersen, W. E. (1951). Uniformity of semen production and behaviour in monozygous triplet bulls. *J. Dairy Sci.*, 34:489
- 5) Hultnäs, C. A. (1959). Studies on variation in mating behaviour and semen picture in young bulls of the Swedish Red-and-White breed and on causes of the variation. *Acta Agric. Scand.*, 6(Suppl.):82
- 6) Bonadonna, T. (1956). On some biological and non-biological factors that may affect the collection, and quality of the semen. *Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod.*, Plenary Papers:105
- 7) Almquist, J. O. and Cunningham, D. C. (1976). Reproductive capacity of beef bulls. I. Postpuberal changes in semen production at different ejaculation frequencies. *J. Anim. Sci.*, 26:174
- 8) Foote, R. H., Munkenbeck, N. and Greene, W. A. (1976). Testosterone and libido in Holstein bulls of various ages. *J. Dairy Sci.*, 59:2011
- 9) VanDemark, N. L., Boyd, L. J. and Baker, F. N. (1955). Semen production by a bull ejaculated three-times per week for three consecutive years. *Ibid.*, 38:603
- 10) VanDer Sluis, L. (1960). The systematic examination of bull on the grounds of fertility and the recording of the results in the pedigree herdbooks. *Proc. 4th Int. Cong. Anim. Reprod.*, II:116
- 11) Chominat, R. and Agache, J. (1967). Observation on sexual behaviour, spermatogenesis and growth in a group of young French Friesian bulls under progeny test. *Elevage Insem.* 98:3 (*Animal Breed. Abstr.*, 35:607 1967)
- 12) Almquist, J. O., Hale, E. B. and Saacks, R. G. (1954). Effect of frequency of ejaculation on the semen production and sexual activity of young dairy bulls. *J. Anim. Sci.*, 13:1014
- 13) Almquist, J. O., Hale, E. B. and Amann, R. P. (1958). Sperm production and fertility of dairy bulls at high-collection frequencies with varying degrees of sexual preparation. *J. Dairy Sci.*, 41:733
- 14) Baker, F. N., VanDemark, N. L. and Salisbury, G. W. (1955). The effect of frequency of ejaculation on the semen production, seminal characteristics, and libido of bulls during the first post-puberal year. *Ibid.*, 38:1000
- 15) Bratton, R. W., Foote, R. H. and Henderson, C. R. (1954). Semen production and fertility of mature dairy bulls ejaculated either once or twice at 8-day intervals. *Ibid.*, 37:1444
- 16) Dukelow, W. R., Frederick, E. C. and Graham, E. F. (1960). Frequency of ejaculation in the bovine. *Ibid.*, 43:1335
- 17) Foster, J., Almquist, J. O. and Martig, R. C. (1970). Reproductive capacity of beef bulls. IV. Changes in sexual behaviour and semen characteristics among successive ejaculations. *J. Anim. Sci.*, 30:245
- 18) Hafs, H. D., Hoyt, R. S. and Bratton, R. W. (1959). Libido, sperm characteristics, sperm output, and fertility of mature dairy bulls ejaculated daily or weekly for thirty two weeks. *J. Dairy Sci.*, 42:626
- 19) Hafs, H. D., Hoyt, R. S. and Bratton, R. W. (1958). Effects of daily ejaculation on sperm output, fertility, and libido of dairy bulls. *Ibid.*, 41:734
- 20) Rowson, L. E. (1959). IV. Factors affecting libido and semen quality. In: Cole, H. H. and Cupps, P. T., *Reproduction in Domestic Animals*. New York Acad. Press, II:81
- 21) VanDemark, N. L. (1956). Quantitative aspects of semen production in bulls. *Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod.*, Plenary Papers:80
- 22) VanDemark, N. L., Boyd, L. J. and Baker, F. N. (1956). Potential services of a bull frequently ejaculated for four consecutive years. *J. Dairy Sci.*, 39:1071

- 23) Almquist, J.O. and Hale, E.B. (1956). An approach to the measurement of sexual behaviour and semen production of dairy bulls. Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod., Plenary Papers: 50
- 24) Branton, C., Bratton, R.W. and Salisbury, G.W. (1947). TDN and protein levels for dairy bulls used in artificial breeding. J. Dairy Sci., 30: 1003
- 25) Kordts, E. (1956). The feeding of breeding bulls. Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod., III: 82
- 26) Kordts, E. and Hildebrandt, H.H. (1958). Untersuchungen über unterschiedliche Aufzuchtintensitäten an Zwillingsbullen unter besonderer Berücksichtigung ihres späteren Befruchtungsvermögens. Kiel. milchw. Forsch.-Ber., 10: 481 (Animal Breed. Abstr., 28: 141 1960)
- 27) Laszczka, A. (1969). Neue Aspekte über den Einfluß der Fütterung auf die Fortpflanzungsleistungen von Bullen unter besonderer Berücksichtigung des Eiweißes. Fortpfl. Haust., 5: 240
- 28) Mudra, K., Günther, A. and Wilke, A. (1969). Untersuchungen zur Fütterungsintensität in der Aufzucht von Jungbullen. Ibid., 5: 225
- 29) Meacham, T.N., Cunha, T.J., Warnick, A.C., Hentges, J.F. and Hargrove, D.D. (1963). Influence of low protein rations on growth and semen characteristics of young beef bulls. J. Anim. Sci., 22: 115
- 30) Müller, E., Rittmannsperger, F. und Szilagyi, J. (1968). Der Einfluß intensiver Aufzucht auf Geschlechtsverhalten und Samenqualität von Jungstieren. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 75: 402
- 31) Пакенас, П.И. (1964). Влияние уровня питания на рост и сперматогенез бычков-близнецов. Proc. 5th Int. Cong. Anim. Reprod., VI (Soviet Personal Papers): 16
- 32) Reid, T. (1949). Relationship of nutrition to fertility in animals. J. Amer. Vet. Med. Ass., 114: 158, 242
- 33) VanDemark, N.L. and Manger, R.E. (1964). Effect of energy intake on reproductive performance of dairy bulls. I. Growth, reproductive organs, and puberty. J. Dairy Sci., 47: 798
- 34) Zoder, H.F., Averdunk, G., Schwarz, E. and Eibl, K. (1969). Influence of rearing intensity and febrile diseases on mating behaviour and semen quality in young bulls. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 76: 351
- 35) Flipse, R.J. and Almquist, J.A. (1963). Effect of quantity of protein in the concentrate mixture on the growth, reproductive development, and semen production of dairy bulls. J. Dairy Sci., 46: 1416
- 36) Hentges, J.F., Capote, F.A. and Neal, F.C. (1964). Comparison of a self-fed concentrate and a supplemented forage diet for developing beef bulls. Anim. Sci., Mimeogr. Ser. Fla. Agri. Exp. Stn., 64: 21 (Animal Breed. Abstr., 34: 355 1966)
- 37) Flipse, R.J. and Almquist, J.O. (1961). Effect of total digestible nutrient intake from birth to four years of age on growth and reproductive development and performance of dairy bulls. J. Dairy Sci., 44: 905
- 38) Anderson, J. (1945). Seasonal variation in the reproductive capacity of the bull. J. Agric. Sci., 35: 184
- 39) 堀江章久、石倉文夫 (1964)、和牛精液性状の季節的変動、中国農試報告、B、12: 77
- 40) Hultnäs, C.A. and Ström, B. (1968). Study on seasonal variation in bull fertility. Proc. VI-e Int. Reprod. Anim. Insem. Artif., I: 281
- 41) Dealba, J. and Riera, S. (1966). Sexual maturity and spermatogenesis under heat stress in the bovine. Anim. Prod., 8: 137 (Animal Breed. Abstr., 34: 354 1966)
- 42) Seidel, G.E. Jr. and Foote, R.H. (1967). Motion picture analysis of bovine ejaculation. J. Dairy Sci., 50: 970
- 43) Seidel, G.E. Jr. and Foote, R.H. (1968). Motion pictures of ejaculation in the bull. Proc. VI-e Cong. Int. Reprod. Anim. Insem. Artif., II: 1153
- 44) Seidel, G.E. Jr. and Foote, R.H. (1961). Motion picture analysis of ejaculation in the bull. J. Reprod. Fertil., 20: 313
- 45) 橋田精一 (1970)、1、射精機構、In: 丹羽太左衛門ら著、最新家畜の人工授精、明文書房、東京、p33
- 46) Bonadonna, T. (1957). Nozioni di Fisiopatologia della Riproduzione e di Fecondazione Artificiale degli Animali Domestici. I e II, Arti Grafiche Raimondi, Milano
- 47) MacMillan, K.L., Hafs, H.D., Desjardins, C. and Kirton, K.T. (1966). Some semen characteristics in dairy bulls ejaculated with artificial vaginas at varying temperatures. J. Dairy Sci., 49: 1132

- 48) Seidel, G.E. Jr. and Foote, R.H. (1969). Influence of semen collection interval and tactile stimuli on semen quality and sperm output in bulls. *Ibid.*, 52:1074
- 49) Preus, P. (1954). Die Tunica albuginea penis und ihre Trabekel bei Pferd und Rind. *Anat. Anz.*, 101:64
- 50) Abdel-Raouf, M. (1960). The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. *Acta Endocrinol.*, 49(Suppl.):9
- 51) Ashdown, R.R. (1957). An abnormality of the bovine penis. *Am. J. Vet. Res.*, 18:543
- 52) Ashdown, R.R. (1957). Adherences between penis and sheath in castrated oxen. *J. Anat.*, 91:580
- 53) Ashdown, R.R. (1957). The shape of the free end of the bovine penis. *Ibid.*, 91:596
- 54) Ashdown, R.R. (1958). The arteries and veins of the sheath of the bovine penis. *Anat. Anz.*, 105:222
- 55) Ashdown, R.R. (1960). Development of penis and sheath in the bull calf. *J. Agric. Sci.*, 54:348
- 56) Ashdown, R.R. (1960). The adherence between the free end of the bovine penis and its sheath. *J. Anat.*, 94:198
- 57) Ashdown, R.R. (1962). Persistence of the penile frenulum in young bulls. *Vet. Rec.*, 74:1464
- 58) Ashdown, R.R. and Coombs, M.A. (1967). Spiral deviation of the bovine penis. *Ibid.*, 80:738
- 59) Ashdown, R.R., Ricketts, S.W. and Wardley, R.C. (1968). The fibrous architecture of the integumentary coverings of the bovine penis. *J. Anat.*, 103:567
- 60) Ashdown, R.R. and Smith, J.A. (1969). The anatomy of the corpus cavernosum penis of the bull and its relationship to spiral deviation of the penis. *Ibid.*, 104:153
- 61) Ashdown, R.R. (1970). Angioarchitecture of the sigmoid flexure of the bovine corpus cavernosum penis, and its significance in erection. *Ibid.*, 106:403
- 62) Ashdown, R.R. (1974). Venous drainage of the corpus cavernosum penis in impotent and normal bulls. *Ibid.*, 117:159
- 63) Wilcox, C.J., Roman, J. and Becker, R.B. (1967). Fate of young sires used for A.I. *J. Dairy Sci.*, 50:885
- 64) Roman, J., Wilcox, C.J., Becker, R.B. and Koger, M. (1969). Tenure and reasons for disposal of A.I. dairy sires. *Ibid.*, 52:1063
- 65) Bock, K.H. (1968). Studies on disorders of mating and fertility in North Baden. *Tierärztl. Umsch.*, 23:19 (*Animal Breed. Abstr.*, 36:419 1968)
- 66) Hoekstra, P. and Vos-Maas, M.G. (1968). Causes of disposal of Dutch A.I. bulls. *Tijdschr. Diergeneesk.*, 93:1598 (*Animal Breed. Abstr.*, 37:240 1969)
- 67) Gruber, C.M. (1933). The autonomic innervation of the genito-urinary system. *Physiol. Rev.*, 13:497
- 68) Goltz, F. and Freusberg, A. (1874). Über die Functionen des Lendenmarks des Hundes. *Pflügers Arch. Gesamte Physiol. Menschen Tiere*, 8:460
- 69) 問田直幹、内園耕二 (1975)、新生理学、第4版、下巻、医学書院、東京
- 70) 鈴木善祐 (1957)、雄性性機能に対するホルモン支配、In: 家畜繁殖学最近の歩み、文永堂、東京、p37
- 71) Roberts, S.J. (1978). 白井和哉、河田啓一郎監訳、獣医産科・繁殖学、学窓社、東京
- 72) Franson, R.D. (1974). *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. 2nd Ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- 73) Hafez, E.S.E. (1974). *Reproduction in Farm Animals*. 3rd Ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- 74) De Vuyst, A., Thinès, G., Henriot, L. et Soffié, M. (1964). Influence des stimulations auditives sur le comportement sexuel du taureau. *Experientia*, 20:648
- 75) Signoret, J.P., Mesnil du Buisson, F. et Busnel, R.G. (1960). Rôle d'un signal acoustique de verrat dans le comportement réactionnel de la truie en oestrus. *C.R. Hebd. Seances Acad. Sci.*, 250:1355
- 76) 遠藤俊三、西村功、笹尾彰、吉川清英 (1972)、トラックタ静止時における騒音の指向性について、農機学会、関西支報、32:33
- 77) 和達清夫、鈴木俊夫 (1966)、騒音、振動、白亜書房、東京
- 78) Mykytowycz, R. (1976). Role of pheromones in reproduction. *Proc. 8th Int. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem.*, 5:1200
- 79) Hart, G.H., Mead, S.W. and Regan, W.M. (1946). Stimulating the sex drive of bovine males in artificial insemination. *Endocrinol.*, 39:221

- 80) Hafez, E. S. E. (1977). 西川義正訳、家畜家禽繁殖学、2版、養賢堂、東京
- 81) Hale, E. B. (1966). Visual stimuli and reproductive behaviour in bulls. *J. Anim. Sci.*, 25(Suppl.):44
- 82) Milovanov, V. and Smirnov-Ugrunov, D. V. (1940). *Zivotn.*, 5:138 cit. Kerruish, B. M. (1955). *Brit. J. Anim. Behaviour*, 3:125
- 83) Cembrowicz, H. J. (1952). Fertility levels of bulls kept at an artificial insemination center. *J. Agric. Sci.*, 42:323
- 84) Rowson, L. E. (1959). III. Libido and Psychic Factors. In: Cupps, P. T. and Cole, H. H. Eds. *Reproduction in Domestic Animals*, New York Acad. Press, 11:75
- 85) Hale, E. B. and Almquist, J. O. (1960). Relation of sexual behavior to germ cell output in farm animals. *J. Dairy Sci.*, 43(Suppl.):145
- 86) Hafez, E. S. E. (1969). *The Behaviour of Domestic Animals*. 2nd Ed., Baillière, Tindall & Cassell, London
- 87) Izumi, T. (1973). Effect of some physiological factors on semen collection and their fertility in Japanese Black and Holstein bulls. *Proc. 8th Int. Symp. Zootec.*, 741
- 88) Hale, E. B. and Almquist, J. O. (1956). Effect of changes in the stimulus field on responsiveness of bulls to a constant stimulus animals. *Anat. Rec.*, 125:607
- 89) Smirnov-Ugrunov, D. V. (1945). Rational exploitation of bulls and the doctrines of Pavlov. *Trud. Lab. iskusst. O semen. Zivotn., Moskov.*, 2:55 cit. Hafez, E. S. E. (1960) *Cornell Vet.*, 50:384
- 90) Walton, A. (1955). Sexual Behavior. In: Hammond, J., Ed., *Progress in the Physiology of Farm Animals*. Butterworths Scientific Publ., London cit. Hafez, E. S. E. (1960) *Cornell Vet.*, 50:384
- 91) Cassou, R. (1968). Observations concernant l'utilisation des mannequins motorisés pour bovins. *Proc VI-e Int. Reprod. Anim. Insem. Artif.*, 2:1013
- 92) Collins, W. J., Bratton, R. W. and Henderson, C. R. (1951). The relationship of semen production to sexual excitement of dairy bulls. *J. Dairy Sci.*, 34:224
- 93) Hellström, P. (1947). Bulls which appear too eager should be checked. (Trans. Title) *Lantmannen (Stockh.)*, 31:198 (*Animal Breed. Abstr.*, 15:177 1947)
- 94) Signoret, J. P. (1960). Etude de l'influence de divers éléments du comportement sexuel du taureau sur les caractéristiques du sperme. *Proc. IVth Int. Cong. Anim. Reprod.*, 11:166
- 95) Hafs, H. D., Knisely, R. C. and Desjardins, C. (1962). Sperm output to dairy bulls with varying degrees of sexual preparation. *J. Dairy Sci.*, 45:788
- 96) Mercier, E. and Salisbury, G. W. (1946). The effect of season on the spermatogenic activity and fertility of dairy bulls in artificial insemination. *Cornell Vet.*, 36:301
- 97) Branton, C., D'Arensbourg, G. and Johnston, J. E. (1952). Semen production, fructose content of semen and fertility of dairy bulls as related to sexual excitement. *J. Dairy Sci.*, 37:801
- 98) Kerruish, B. M. (1955). The effect of sexual stimulation prior to service on the behaviour and conception rate of bulls. *Brit. J. Anim. Behaviour*, 3:125
- 99) Couttie, M. A. and Hunter, W. K. (1956). Sexual behaviour of Aberdeen Angus bulls. *Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod.*, 3:98
- 100) Crombach, J. J. M. L., DeRover, W. and DeGroot, B. (1956). The influence of preparation of dairy bulls on sperm production and fertility. *Ibid.*, 3:80
- 101) Salisbury, G. W. and VanDemark, N. L. (1961). *Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle*. Freeman & Co., San Francisco and London
- 102) Bereznev, A. P. (1966). Stimulating the semen production of bulls. (Trans. Title) *Trudy vses. nauch.-issled. Inst. Zhivotn.*, 29:345 (*Animal Breed. Abstr.*, 35:607 1967)
- 103) Laing, J. A. (1955). *Fertility and Infertility in the Domestic Animals*. Baillière, Tindall and Cox, London
- 104) Parshutin, G. W. (1956). The role of the nervous system in the reproduction of farm animals. *Proc. 3rd Int. Cong. Anim. Reprod.*, Plenary Papers:45
- 105) Rempt, R., and Zwanenburg, T. S. (1948). Artificial Insemination. *Tijdschr. v. Diergeneesk.*, 73:24 cit. Hafez, E. S. E. (1960). *Cornell Vet.*, 50:384
- 106) 永瀬弘 (1978)、精液の採取、In: 家畜繁殖講座、II、第4版、朝倉書店、p20
- 107) McDonald, L. E. (1977). *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. 2nd Ed., Lea & Febiger, Philadelphia
- 108) Schaetz, F. (1963). *Die künstliche Besamung bei den Haustieren*. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena

- 109) Parez, M. (1953). Contribution on the study of artificial insemination. Psychology of bulls. Thesis for Dr. Vet. Ecole Nat. Vet. Alfort, cit. Hafez, E. S. E. (1960). Cornell Vet., 50:384
- 110) Megale, F. (1968). Induction of erection and ejaculation in the bull by local massage. Cornell Vet., 58:88
- 111) Endo, N. (1954). On innervation of pig penis. Arch. Hist. Jpn., 6:313
- 112) Dogiel, A. S. (1893). Die Nervenendigungen in der Haut der äußeren Genitalorgane des Menschen. Arch. Mikrosk. Anat., 41:585
- 113) Ohmori, D. (1924). Über die Entwicklung der Innervation der Genitalapparate als peripheren Aufnahmeapparat der genitalen Reflexe. Z. Anat. Ent., 70:347
- 114) Timofeew, D. (1894). Zur Kenntnis der Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen der Säuger. Anat. Anz., 9:342
- 115) Timofeew, D. (1896). Über eine besondere Art von eingekapselten Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen bei Säugetieren. Ibid., 11:44
- 116) Feist, B. (1890). Beiträge zur Kenntniss der vitalen Methylenblaufärbung des Nervengewebes. Arch. Anat. Ent.-gesch., Anat. Abt. Arch. Anat. Physiol., 7-8:116
- 117) 瀬戸 八郎 (1957). 人の知覚、医学書院、東京、大阪
- 118) Bielschowsky, M. (1905). Die Darstellung der Axenzylinder peripherischer Nervenfasern und der Axenzylinder zentraler markhaltiger Nervenfasern. J. Psychol. Neurol., 4:227
- 119) 鈴木清 (1952). 組織標本製作技術ノート (IV)、脳神経領域、5:184
- 120) Jabonero, V. (1953). Eine neue Technik zur Färbung peripherer nervöser Elemente. Z. Mikrosk.-Anat. Forsch., 59:562
- 121) Scheffthaler, M. and Mayet, A. (1957). Eine Modifikation der Bielschowsky Methode für periphere Nervenfasern. Mikroskopie., 12:298
- 122) Lynch, P. G. (1974). Vital staining of nerve fibres and endings. J. Anat., 118:405
- 123) Bonadonna, T. (1957). On some recent progress in the technique of artificial insemination. In: 家畜繁殖研究会編、家畜繁殖学最近の歩み、文永堂、東京、p11
- 124) Gladden, M. H. (1970). A modified Pyridine-silver stain for teased preparations of motor and sensory nerve endings in skeletal muscle. Stain Tech., 45:161
- 125) Seto, H. (1977). Color Atlas on Sensory Innervation. Maruzen, Tokyo.
- 126) Seto, H. (1978). Selections from Color Atlas on Sensory Innervation. Dept. Anat., School. Med., Tohoku Uni., Sendai
- 127) Kantner, M. (1952). Studien über den sensiblen Apparat in der Glans penis. Anat. Anz., 99:159
- 128) Kantner, M. (1954). Studien über den sensiblen Apparat in der Glans penis (III). Acta Neuroveg., 8:27
- 129) Seto, H. (1939). Über die intraepithelialen Nerven beim Menschen. Arbeiten aus dem Anat. Inst. Kaiserlich-Japanischen Uni. zu Sendai, 22:1
- 130) Ferrarini, G. (1906). Contributo alla conoscenza delle espansioni nervose periferiche nel glande del pene dell'uomo. Anat. Anz., 29:15
- 131) 松田 泰治 (1935). 外生殖器神経終末装置の比較研究、解剖学誌、8:532
- 132) Baumgarten, H. G., Falck, B. and Lange, W. (1969). Adrenergic nerves in the corpora cavernosa penis of some mammals. Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat., Abt. Histochem., 95:58
- 133) Malinovsky, L. and Sommerova, J. (1972). Sensory nerve endings in clitoris and penis in macaques. Scripta medica, 45:67
- 134) Malinovsky, L. and Sommerova, J. (1972). Sensory innervation of the clitoris and the penis in the macaque. Folia Morphologica, 20:192
- 135) Lassmann, G. (1965). Beitrag zur Innervation der Schwellkörper des Rhesusaffen. Z. Mikr.-Anat. Forsch., 72:264
- 136) Knoche, H. (1954). Untersuchungen über die endigungsweite cerebrospinaler und vegetativer Nervenfasern. Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat., Abt. Histochem., 40:162
- 137) Nishio, M. (1960). On the sensory nerve supply of the urethra and the penis in dog. Arch. Hist. Jpn., 20:35
- 138) Bullón, A. und López, F. L. (1959). Über die Innervation der menschlichen Samenblase und des homologen Organes beim Hunde. Z. Mikr.-Anat. Forsch., 65:133
- 139) Simizu, H. (1954). Fine structure and innervation of penis in dog. Arch. Hist. Jpn., 6:601
- 140) Endo, N. (1954). Innervation, especially sensory innervation of urethra in the distal part of pig penis. Arch. Hist. Jpn., 6:329
- 141) Ohta, M. (1959). On sensory innervation of penis and praeputium in goat. Arch. Hist. Jpn., 17:475

- 142) Kawazu, S. (1960). On the sensory innervation of the outer genitals in male goat. *Arch. Hist. Jpn.*, 20:201
- 143) Sekiguchi, S. (1960). On the nerve supply of the outer genitals in tomcat. *Arch. Hist. Jpn.*, 18:611
- 144) Slavunos, G. (1894). Über die feineren Nerven und ihre Endigungen in den männlichen Genitalien. *Anat. Anz.*, 9:42
- 145) Rokkaku, K. (1960). On the sensory innervation of some urogenital organs of male rabbit. *Arch. Hist. Jpn.*, 21:89
- 146) Hosokawa, S. (1960). Histological study on the nerve supply of the urethra and the penis with the praeputium in mole. *Arch. Hist. Jpn.*, 19:597
- 147) Patrizi, G. and Munger, B. L. (1965). The cytology of encapsulated nerve endings in the rat penis. *J. Ultrastruct. Res.*, 13:500
- 148) Beach, F. A. (1952). Mechanisms of hormonal action upon behavior. *Ciba Found. Coll. on Endocrinol.*, 3(Part 4):209
- 149) Beach, F. A. and Levinson, G. E. (1950). Effects of androgen on the glans penis and mating behavior of castrated male rats. *J. Exp. Zool.*, 114:159
- 150) Klinge, E. and Sjöstrand, N. O. (1974). Contraction and relaxation of the retractor penis muscle and the penile artery of the bull. *Acta Physiol. Scand.*, 420(Suppl.):1
- 151) Beckett, S. D., Reynolds, T. M., Walker, D. F., Hudson, R. S. and Purohit, R. C. (1974). Experimentally induced rupture of corpus cavernosum penis of the bull. *Am. J. Vet. Res.*, 35:765
- 152) Beckett, S. D., Walker, D. F., Hudson, R. S., Reynolds, T. M. and Vachon, R. I. (1974). Corpus cavernosum penis pressure and penile muscle activity in the bull during coitus. *Ibid.*, 35:761
- 153) Klinge, E., Pohto, P. and Solatunturi, E. (1970). Adrenergic innervation and structure of the bull retractor penis muscle. *Acta Physiol. Scand.*, 78:110
- 154) Ellenberger, W. and Baum, H. (1932). *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere*. 17 Aufl., Verlag von August Hirschwald, Berlin
- 155) Krölling, O. und Baum, H. (1932). *Lehrbuch der Histologie und vergleichenden Mikroskopischen Anatomie der Haustiere*. 10 Aufl., Paul Parey, Berlin u. Hamburg
- 156) Sisson, S. and Grossman, J. D. (1961). *The Anatomy of the Domestic Animals*. 4th Ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia and London
- 157) Getty, R. (1975). *Sisson & Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals*. 5th Ed., 2, W. B. Saunders Co., Philadelphia and London
- 158) 星冬四郎 (1972). 繁殖学辞典、文永堂、東京、p11
- 159) 加藤浩、星修三、西川義正 (1970). 新家畜繁殖講座、I、朝倉書店、東京、p11
- 160) Asdell, S. A. (1968). *Cattle, Fertility and Sterility*. 2nd Ed., Little, Brown and Company, Boston
- 161) Vaissaire, J. P. (1977). *Sexualite et Reproduction des Mammifères domestiques et de laboratoire*. Maloine, S. A. Ed., Paris
- 162) Laing, J. A. (1970). *Fertility and Infertility in the Domestic Animals*. 2nd Ed., Bailliere, Tindall & Cassell, London
- 163) Nickel, R., Schummer, A. and Seiferle, E. (1960). *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. 3 Aufl., 2, Paul Parey, Berlin u. Hamburg
- 164) Ashdown, R. R. and Hancock, J. L. (1974). Functional Anatomy of Male Reproduction. In: Hafez, E. S. E. Eds. *Reproduction in Farm Animals*, 3rd Ed., Lea & Febiger, Philadelphia, p3-23
- 165) Osman, A. M. and Zaki, K. (1971). Some studies on the urethra, prepuce and the accessory glands of the buffalo bull. *Fortpfl. Haust.*, 7:137
- 166) 幾井等 (1949). 成人小陰脣の神経分布に関する組織学的研究、東北医誌、39:104
- 167) Yamada, K. (1951). On the sensory nerve terminations in clitoris in human adult. *Tohoku J. Exp. Med.*, 54:163
- 168) Malinovsky, L. and Sommerova, J. (1973). Contribution to the quantitative evaluation of the sensory nerve endings in human labium minus pudendi. *Scripta Medica*, 46:291
- 169) Seto, H. (1954). Histological studies on the sensory terminations distributed in the circulatory system and the urogenital organs. *Arch. Hist. Jpn.*, 6:665
- 170) Yamada, K. (1951). Studies on the innervation of clitoris in 10th month human embryo. *Tohoku J. Exp. Med.*, 54:151
- 171) Killian, G. J. and Amann, R. P. (1972). Reproductive capacity of daury bulls. IX. Changes in reproductive organ weights and semen characteristics of Holstein bulls during the first thirty weeks after puberty. *J. Dairy Sci.*, 55:1631

- 172) MacMillan, K.L. and Hafs, H.D. (1968). Gonadal and extra gonadal sperm numbers during reproductive development of Holstein bulls. *J. Anim. Sci.*, 27:697
- 173) Foote, R.H., Munkenbeck, N. and Greene, W.A. (1976). Testosterone and libido in Holstein bulls of various ages. *J. Dairy Sci.*, 59:2011
- 174) MacMillan, K.L. and Hafs, H.D. (1969). Reproductive tract of Holstein bulls from birth through puberty. *J. Anim. Sci.*, 28:233
- 175) Hooker, C.W. (1944). The postnatal history and function of the interstitial cells of the testis of the bull. *Am. J. Anat.*, 74:1
- 176) Broman, I. (1947). Über die Entstehung und sekundäre Verschiebung der äußeren Geschlechtsteile bei Wiederkäuern. *Acta Anat.*, 3:15
- 177) Mann, T., Rowson, L.E.A., Short, R.V. and Skinner, J.D. (1967). The relationship between nutrition and androgenic activity in pubescent twin calves, and the effect of orchitis. *J. Endocrinol.*, 38:455
- 178) Deibert, G. (1933). The separation of the prepuce in the human penis. *Anat. Rec.*, 57:387
- 179) Weiss, P. and Rossetti, F. (1951). Differential growth response of nerve cells to thyroid hormone. *Science*, 113:476
- 180) Rawlings, N.C., Hafs, H.D. and Swanson, L.V. (1972). Testicular and blood plasma androgens in Holstein bulls from birth through puberty. *J. Anim. Sci.*, 34:435

Neuro-anatomical studies on the mechanism of ejaculatory reflexes in bull

Tokukazu IZUMI

SUMMARY

The mechanism of a ejaculatory reflexes is characteristic in bulls as reported by previous workers. Wilcox and coworkers reported that about 10 % of the culled bulls were due to the difficulty of semen collection. For the resolution of the problem and to improve the efficiency of semen collection, the mechanisms of ejaculatory reflexes in this species should be clarified neuro-anatomically.

At the present study the effects of auditory, olfactory and visual stimuli concerned with the cerebral cortex on the sexual drive and on the ejaculatory reflex were systematically investigated. Then, a location where the terminal nerve receptors involved in ejaculation existed was peripherally demonstrated. Furthermore a silver impregnation method was devised to stain the peripheral nerves of the bull penis. With this method, the author made clear the terminal nerve receptors, the nerve supply and the nerve development of the bull penis using the devised method. The results are summarized as follows.

- I. Studies on the effects of stimuli concerned with the cerebral cortex on the mechanisms of ejaculatory reflexes.
 1. Auditory stimuli from the specific calls of cow significantly reduced sexual reaction time ($P < 0.01$), but it was not effective for the semen characteristics.
 2. Auditory stimuli from the noises of tractor (about 85 phon) significantly inhibited the sexual reaction ($P < 0.05$), but it was not effective for the semen characteristics.
 3. Auditory stimuli from shouting caused delay in sexual reaction time ($P < 0.01$). However in some cases these auditory stimuli reduced the reaction time for the first ejaculation ($P < 0.01$).
 4. The olfactory stimuli from the mucus or urine of the estrous cow elicited sexual drive in some bulls, but did not in the most bulls.
 5. The mucus of the estrous cow reduced sexual reaction time in some bulls, but did not in the majority of the bulls.
 6. It was demonstrated that visual stimuli were highly effective for a sexual reaction including ejaculation. The relationship between sexual reaction time and semen characteristics are analyzed and classified to the following three types.
 - 1) Type I : Bulls showing significant positive correlation between both parameters, i.e., a longer reaction time resulted in much amount of semen volume. This type of bulls were most popular.
 - 2) Type II : Bulls showing no significant correlation between both parameters, i.e., semen volume was not influenced by the reaction time.
 - 3) Type III : Bulls showing negatively significant correlation between both parameters, i.e., a longer reaction time resulted in less amount of semen volume and inferior semen quality. This type of bulls were more sensitive especially to the visual stimuli than other type of bulls. Excessive visual stimuli to these bulls by restraining or false mounting were not favorable at the semen collection barn, because they have already been in the sexual preparatory process on the way to the collection barn from their pens.
- II. Studies on the localization of the terminal nerve receptors which induce ejaculation.
 1. The galea glandis of the bull did not contract with anything during masterbation, but they usually rubbed his erected penis closely with his dewlap at the portion of the collum glandis or at the more proximal part

of the penis. This suggests that the terminal nerve receptors locate at the collum glandis.

2. When a massage on the galea glandis or on the prepenile sheath was applied the bull did not cause ejaculation. The semen was obtained by massaging the collum glandis, but in this case, the massage might have been applied simultaneously on the penile sheath.
3. Ejaculation did not occur when the inner temperature of artificial vagina was at 18°C, but the semen was successfully obtained at 40°C. This suggests that the temperature also plays an important role on eliciting ejaculation.
4. Anesthesia on the surface of galea glandis with Lidocaine did not block the ejaculatory reflex. On the other hand, ejaculation did not occur when the surface of the collum glandis was anesthetized with Lidocaine, but in this case the penile sheath might have been anesthetized simultaneously.
5. The superficial anesthesia of the whole glans penis did not interrupt ejaculatory reflex in the boar.

The present results suggest that the terminal nerve receptors which elicit ejaculation located at the epidermis of the collum glandis and/or of the penile sheath.

III. Device of a silver impregnation method in staining the peripheral nerves of bull penis.

The author tried the modification of the Seto's silver impregnation method in staining the peripheral nerve fibers and nerve endings of bull penis, and the following successful method was devised.

Materials, were fixed for 3 months or more in formalin, and washed in running water for 24 hr. After twice washing with distilled water for each 2 hr, tissues were sectioned at the thickness of 30 to 50 μ with a freezing microtome. The sections were i) left in 20 % AgNO_3 for 2 days in a dark room, ii) washed in distilled water for 10 sec, iii) 5 times in 20 % neutral formalin, iv) washed in soft water for 1-5 sec, v) placed in ammoniacal silver solution for 2-10 min. or until the sections turn to deep brown colour, vi) washed twice in distilled water and dipped in 0.1 % gold chloride for 30-60 sec. vii) briefly washed in distilled water, viii) fixed in 10 % $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ for 30-60 sec, ix) washed three times with distilled water, then dehydrated, cleared and mounted with balsam.

This method gave a good result for the staining of peripheral nerve fibers and endings of bull penis, but it was not suitable for boar penis.

IV. Studies on the sensory nerve supply of bull penis.

Ten penises from bulls of 15-38 months old were examined by the silver impregnation method as described above.

1. Macroscopical observation.

Nervus dorsalis penis ran along the a. dorsalis penis at corpus penis. The nerve bundles of n. dorsalis penis ran along the dorsal and lateral side of corpus cavernosum penis at the portion of collum glandis. At the galea glandis they branched many smaller bundles which scattered to the characteristic reticular layer around the corpus cavernosum penis.

2. Histological observation.

There were 2 kinds of terminal corpuscles at the collum glandis that had never been found in the genitals of other mammals. One was snake head-like terminal body observed at the proximal portion of the collum glandis which was observed between tunica albuginea of the corpus spongiosum penis and outer layer of the tunica albuginea of the corpus cavernosum penis (Fig. 5). The other was specific genital corpuscles found at the top of corium papillae closely with epidermis at the collum glandis (Fig. 8). The latter was originated from a thick stem fiber and had about 10 oval terminal plates. These specific terminal bodies, round (Fig. 6) or sperm-like (Fig. 7) terminal bodies were found in the propria mucosae of the collum glandis. Berry-shaped terminal bodies (Fig. 9) composed of neurofibril distension were found in the papillae of collum glandis. They were similar to those observed by Ohta in boar penis. Simple branched terminations and genital

nerve bodies (Type I, Fig. 9) were found in the propria of the galea glandis. In the papillae of galea glandis, simple branched terminations and genital nerve bodies (Type II, Fig. 10) were found. There were few sensory terminal body in the penile or the prepenile sheath. Pacinian corpuscles found in boar penis were not observed in bull penis.

These histological findings suggested that the specific genital corpuscles observed at the epidermis of the collum glandis (Fig. 8) were the terminal nerve receptors which elicit ejaculation.

V. Studies on the sensory nerve supply of the penis of bull calf.

Many simple branched terminations were observed in the penis of the bull calf, but the complex sensory terminations found frequently in the adult bull were not observed.

The number of nerve fibers and nerve bundles increased with aging of bulls from 5 days old to the 6 months. But the number of nerve fibers in a nerve bundle of 6-month-old calf was less than that of 5-day-old calf.

The development of sensory nerve supply was remarkable at the collum glandis during growth of bulls from 5 days to 6 months old.